

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

---

---

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS

LA NOCION DE OBSERVACION, EL CASO  
DE LA TEORIA ESPECIAL DE LA  
RELATIVIDAD.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRIA EN FILOSOFIA

P R E S E N T A:

MARTIN HERNANDEZ PALMILLAS

ASESOR: DR. RAUL ALCALA CAMPOS

MEXICO, D.F.

FEBRERO 2007



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A la memoria de Coquito, mi abnegada madre, quién con su ejemplo, consejo y sabiduría popular hizo de mí un hombre de imaginación y curiosidad insaciable.

# Índice

Introducción .....	1
Capítulo 1	
Algunas teorías sobre la observación	
La observación como interpretación .....	7
La observación como prestar atención a .....	18
La observación como recepción de información .....	27
La observación como formación de imágenes .....	43
Capítulo 2	
Sobre las teorías de observación	
Algunas nociones básicas sobre la observación .....	60
Sobre algunos criterios de observabilidad .....	87
Capítulo 3	
La observación en la teoría especial de la relatividad	
La observación como acontecimiento .....	100
La observación como semejante a lo observado .....	118
La observación y las transformaciones de Lorentz .....	131
Conclusiones .....	151
Bibliografía .....	173

## INTRODUCCIÓN

Ciertamente Albert Einstein no fue un filósofo como para que tratara directamente cuestiones filosóficas. Sin embargo, como anotara alguno de sus biógrafos, sólo hombres que, como Einstein, son científicos con mentalidad filosófica (o filósofos con mentalidad científica) pueden realizar proezas como las que realizó nuestro célebre científico. Como científico con mentalidad filosófica, Einstein abordó indirectamente cuestiones en las que los filósofos han ahondado. Sin entrar en detalles, en parte de sus escritos deja entrever su postura en relación con determinadas cuestiones filosóficas. Tal es el caso cuando critica el proceder de quienes concibieron las nociones clásicas de tiempo y espacio:

“Estoy convencido de que ha sido perjudicial la consecuencia que ha tenido en el progreso científico, el empeño de los filósofos de sacar fuera del dominio del empirismo ciertos conceptos fundamentales, trasladándolos así de este, que está bajo nuestro control, a las alturas intangibles de lo apriorístico. Admitiendo que el universo de ideas no puede ser deducido de la experiencia por un método lógico sino que, por el contrario, es una creación de la mente humana, sin la cual no es posible la Ciencia, aun así resulta que este universo de ideas es tan dependiente de la naturaleza de nuestras experiencias como la forma de los vestidos que usamos es dependiente de la forma de nuestros cuerpos. Esto es particularmente aplicable a nuestros conceptos de tiempo y espacio, a los cuales los físicos se han visto obligados, por los hechos, a hacerles descender del Olimpo de lo *a priori*, con el objeto de modificarlos de modo que puedan prestar servicios”<sup>1</sup>

A diferencia de este proceder que critica Einstein, el suyo será un proceder apegado a la experiencia. La formulación o el desarrollo de las nociones de tiempo y espacio será, en él, sobre

---

<sup>1</sup> Einstein Albert. *El significado de la relatividad*, México, 1985, ed. Origen Planeta, pp. 52-53

la base de las observaciones; teniendo éstas un papel fundamental en la gran mayoría de sus planteamientos teóricos.

No debe caber duda de que para Einstein la experiencia, en general, y, en particular, la observación tiene un papel epistémico fundamental. Por medio de la observación no sólo es posible saber lo que sucede en el entorno del observador (esto es, en el sistema de coordenadas en el que se encuentra) sino además, y sobre todo, saber cuándo y dónde sucede. Pero más allá de si el universo de ideas que el hombre concibe respecto a su entorno depende o no de la observación, en el presente trabajo nos interesa averiguar cuál es la naturaleza de la observación que concibe Einstein, es decir, qué entiende por observación. Es probable que para él la esencia de la observación sea la de *ser evidencia*, no obstante también es probable que junto a este aspecto haya concebido otros aspectos más como partes de la experiencia de observar. No nos interesa entrar en la polémica de si el *ser evidencia* es el aspecto esencial o no de la observación. Tampoco nos interesa, por ende, sostener que algún otro aspecto de la observación sea lo esencial en ella. Lo que sí nos interesa hacer es mostrar los aspectos que Einstein concibe para la observación y presenta de alguna manera en una de sus principales obras<sup>2</sup>. Nuestra tarea será la de exhibir lo que en tal obra su autor ofrezca como un rasgo o aspecto de la observación. No hay que olvidar que, como científico con mentalidad filosófica, Einstein no hablará directamente sobre lo que es la observación ni de sus rasgos o aspectos. Al estar involucrados indirectamente en la teoría de Einstein aspectos de la observación que él conciba, habrá que buscarlos en sus planteamientos y exhibirlos como tales. Es posible, sin embargo, que no exhibamos uno a uno los aspectos que Einstein considera para la observación; por lo cual no se ha de esperar que este trabajo agote todo lo que nuestro celebre científico pudiera haber pensado sobre el tema en cuestión. No pretendemos, pues, llegar a una definición de lo que es la observación para Einstein; nuestro

---

<sup>2</sup> Nos referimos a "*Sobre la teoría de la relatividad especial y general*".

propósito es tan sólo exhibir algunos de los aspectos o rasgos que caracterizan a tan importante medio de obtener evidencia a favor o en contra de las teorías.

A fin de apreciar el carácter observacional que tendrán los aspectos que exhibiremos (según se encuentren en el pensamiento de Einstein), expondremos las teorías de la observación de Norwood Russell Hanson, Peter Achinstein, Dudley Shapere e Ian Hacking, las cuales esperamos permitan comprender las ideas de Einstein sobre la observación. Lo que Einstein pudo haber pensado sobre la observación podrá ser expuesto en un análisis detallado de las distintas afirmaciones hechas por él en las que se involucra la figura del observador. Al presentar distintas concepciones acerca de lo que es la observación, esperamos que el lector de este trabajo aprecie o se percate de algunas de las cuestiones fundamentales que envuelven al tema de la observación. Asimismo, con la exposición de las teorías antes aludidas, esperamos presentar de manera puntual las diferencias sustanciales que pueda haber entre ellas. Con esto último pretendemos señalar los aspectos de la observación que consideran los distintos autores de las distintas teorías y que también pudiera haber considerado Einstein en su exposición de su *teoría especial de la relatividad*. Nuestro propósito a este respecto será utilizar las teorías de la observación expuestas como guía en la búsqueda de los aspectos que Einstein considera como parte de la observación, en sus planteamientos de la *teoría especial de la relatividad*. Al encontrar al menos una coincidencia entre lo que afirma Einstein indirectamente sobre la observación y lo que afirman directamente algunos de los filósofos mencionados sobre la observación, estaremos en posibilidad de caracterizar, desde la perspectiva filosófica de Einstein, lo que considera como observación.

Cabe advertir que la contextualización filosófica que haremos de las ideas de Einstein acerca de la observación no será una contextualización inmediata. Es decir, no presentaremos de momento un aval comparativo entre lo que afirma indirectamente Einstein sobre la observación y lo que afirma directamente alguno de nuestros filósofos sobre la misma cuestión. Por ende, a lo

largo del desarrollo del presente trabajo no se presentarán los argumentos que favorecen las coincidencias entre lo afirmado por Einstein y lo afirmado por alguno de los filósofos abordados. A lo más se harán algunas cuantas afirmaciones que hacen referencia a las coincidencias entre las afirmaciones de uno y las afirmaciones de los otros. Sin embargo, aun cuando el segundo capítulo, de los tres que consta este trabajo, está dedicado a vincular lo que afirma alguno de nuestros filósofos acerca de la observación con lo que afirma indirectamente Einstein sobre la misma temática, en él tampoco se argumentará exhaustivamente sobre las coincidencias. Será hasta las conclusiones dónde nos detendremos a puntualizar las similitudes entre la idea de observación de Einstein y la idea de observación de alguno de los filósofos expuestos. Rogamos al lector de este trabajo llegar hasta el apartado de las conclusiones a fin de que se le ofrezcan los argumentos a favor de las similitudes encontradas y de la caracterización de la observación en Einstein.

Conforme a lo que se ha señalado, el primer capítulo de este trabajo estará destinado a presentar o exponer las ideas sobre la observación de Norwood Russell Hanson, Peter Achinstein, Dudley Shapere e Ian Hacking. En este capítulo se intentará responder a la pregunta específica de qué es la observación para cada uno de estos filósofos. En este capítulo dedicaremos una sección a cada una de las teorías de la observación abordadas. En cada una de estas secciones intentaremos precisar el rasgo o aspecto de la observación que el filósofo en turno considera como fundamental. Con ello se pretende destacar el aspecto o aspectos que nos permitirán contextualizar las ideas de Einstein con respecto a esta temática.

En el segundo capítulo intentaremos, por un lado, definir algunas nociones que consideramos básicas en la explicación y comprensión de la naturaleza de la observación, nociones tales como la de *ser observable* y la de *ser observado*. Con la definición de éstos y otros términos, pretendemos tender el puente que nos permita alcanzar la caracterización de la observación que hay detrás de los planteamientos de Einstein. La definición de tales nociones nos permitirá hacer comprensibles



las conclusiones a las que llegaremos. Por otro lado, en este mismo capítulo intentaremos hacer una síntesis de las posturas presentadas entorno a la observación a fin ubicar el aspecto o aspectos de la observación desde el que analizaremos la caracterización einsteineana de la observación.

El último capítulo lo dedicaremos a destacar los aspectos de la observación considerados indirectamente en la formulación de las nociones de simultaneidad y no-simultaneidad dadas por Einstein en su obra "Sobre la teoría de la relatividad especial y general", en su apartado dedicado a la relatividad especial. En este último capítulo nos dedicaremos a analizar los planteamientos dados por Einstein en su experimento mental de tren a fin de que ellos mismos nos revelen lo que esconden respecto a lo que es la observación.

Si la observación tal y como la pudiera concebir Einstein es un recurso epistémico fundamental en la formulación de la teoría especial de la relatividad, conviene al epistemólogo averiguar en qué consiste aquello que nuestro notable físico llamara observación y que prestara útiles servicios a una de las más importantes teorías del siglo XX. Sea este un intento por revelar lo que algunos físicos no se atreven a abordar por su carácter de ser científicos sin mentalidad filosófica.

# CAPITULO 1

## LA OBSERVACIÓN COMO INTERPRETACIÓN

No hay quien no haya relacionado la observación con una actividad superior, esto es, como la actividad de una facultad específicamente humana. En una buena parte de los que han reflexionado sobre la observación, existe el consenso de diferenciar la observación de la *actividad perceptiva de ver*. Al diferenciarse la observación de la simple actividad de ver, se marca la diferencia entre lo que pueden hacer los seres humanos con su sentido de la vista y lo que hace el resto de los animales con el mismo sentido. Con sus ojos, los animales ven; con sus ojos, el ser humano observa.

Si bien hay quienes son mucho más específicos a este respecto y conciben la observación como una actividad de un grupo selecto de seres humanos a los que generalmente se les llama científicos, en el caso de Norwood Russell Hanson, la observación se extiende a un universo de seres humanos que tan solo parece excluir a niños de corta edad e individuos con ciertos trastornos mentales. Para Hanson, sin embargo, aunque tanto niños como profanos y científicos llevan a cabo la actividad de observar, no observan lo mismo. En la teoría por la cual Hanson considera que un amplio universo de seres humanos es capaz de observar (aun cuando no todos los miembros de este universo observen lo mismo cuando dirigen su mirada hacia el mismo lugar) se concibe a la observación como interpretación.

Al igual que aquellos que se resisten a reducir la observación a una simple operación de percepción, Hanson la concibe como una actividad compuesta al menos de dos aspectos diferentes:

un aspecto perceptivo, al que en ocasiones refiere como la componente óptica<sup>1</sup>, y un aspecto interpretativo. De estos dos aspectos que constituyen a la observación, el interpretativo es el preponderante. De ahí que, en lo fundamental, para Hanson, la observación sea interpretación. Esto, sin embargo, no significa de ninguna manera que la observación no sea percepción o sensación. Significa tan sólo que, de los dos aspectos, el interpretativo es el que caracteriza a la observación.

No obstante, aun cuando el aspecto óptico no es el que caracteriza a la observación, su presencia es imprescindible en la interpretación misma. Desde la perspectiva de Hanson, en la observación no hay percepción sin interpretación ni interpretación sin percepción; constituyéndose así la observación como una unidad indisoluble entre percepción e interpretación. Aun cuando el aspecto perceptivo no es el que caracteriza a la observación y en la observación no hay percepción sin interpretación, en la forma en la que nos referimos a ella hay un reconocimiento a su indiscutible participación en la observación, al grado que, en ocasiones, se le llega a identificar con la observación misma como el propio Hanson hace notar<sup>2</sup>.

Y es precisamente por su aspecto perceptivo que, cuando se pone énfasis en él, se distingue un sentido en el que se afirma que todo aquel que perciba los mismos estímulos visuales observará lo mismo. Esto es, si se considera a la observación tan solo como la actividad que realizan los ojos humanos, al funcionar de igual manera ante los mismos estímulos visuales, todos los ojos estarían observando lo mismo. En este sentido, al referirse sobre lo que observaban Kepler y Tycho al mirar un amanecer, Hanson dirá que observaban lo mismo en los siguientes términos:

---

<sup>1</sup> Cfr. Norwood Russell Hanson. *Observación*, en León Olivé y Ana Rosa Pérez Ransanz. *Filosofía de la ciencia: teoría y observación*, ed. Siglo veintiuno editores, México, 2003, p. 224.

<sup>2</sup> Cfr. Op. cit. pp. 219-220

“Los procesos físicos que tenían lugar cuando Kepler y Tycho miraban el amanecer son de importancia. El Sol emite los mismos fotones para ambos observadores; los fotones atraviesan el espacio solar y nuestra atmósfera. Los dos astrónomos tienen una visión normal; por tanto, dichos fotones pasan a través de la córnea, el humor acuoso, el iris, el cristalino y el humor vítreo de sus ojos de la misma manera. Finalmente, son afectadas sus retinas. En sus células de selenio ocurren cambios electroquímicos similares. En las retinas de Kepler y Tycho se forman las mismas configuraciones. Así pues, ellos ven la misma cosa”<sup>3</sup>.

Para Hanson, observar, en este sentido, se refiere tan sólo a lo que sucede dentro del ojo: a la travesía que hacen los fotones a través del ojo hasta llegar a la retina, que es la región del ojo en las que se forman las configuraciones que finalmente se observan. En cuanto que los fotones que provienen de la misma fuente, al pasar por cualquier ojo, son tratados de igual manera, lo que se ve es lo mismo, la configuración de puntos, líneas o manchas es la misma para cualquier individuo.

Sin embargo, aunque desde la perspectiva de lo óptico es sostenible la afirmación de que Kepler y Tycho observan lo mismo cuando miran el mismo amanecer, hay un sentido en el que uno y otro no observan lo mismo. Es este segundo sentido el que, para Hanson, adquiere una mayor relevancia en la comprensión de la observación, sobre todo cuando se trata de explicar la diferencia de apreciaciones que se generan en cualquier ciencia cuando se está ante un mismo hecho, como es el caso de un amanecer. Desde la perspectiva de lo óptico, no hay manera de explicar cómo es que llegan a hacerse observaciones diferentes. El aspecto interpretativo de la observación es el que explicará precisamente esta diferencia de observaciones en la ciencia.

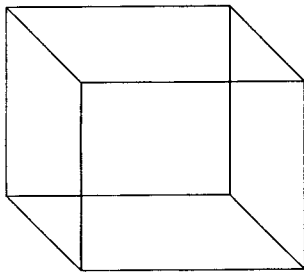
Para Hanson, el aspecto interpretativo de la observación sucede en la parte posterior de la retina, fuera del ojo<sup>4</sup>. Con tal aseveración pretende diferenciar al aspecto interpretativo del aspecto óptico no sólo por el papel que juega uno y otro en la observación sino también por el lugar que,

---

<sup>3</sup> Ibidem, p. 219

<sup>4</sup> Al parecer, por lo que se podrá apreciar en otra cita que haremos, Hanson ubica el aspecto interpretativo específicamente en lo que Fodor podría considerar como un sistema central.

según él, ocupan en la estructura fisiológica que constituye al sistema óptico. Con este criterio espacial (o fisiológico) se pretende no dejar duda de que, aunque íntimamente ligados, los aspectos interpretativo y óptico son dos cosas distintas entre sí. En diferentes reflexiones acerca de lo que es esta importante actividad cognitiva se suele pensar que ésta, la observación, es un proceso que discurre a través de diferentes momentos. En el caso de Hanson no parece ser el caso. Si bien este pensador pone en el tránsito de la información al aspecto interpretativo después del aspecto óptico, esto es, en la parte posterior y anterior del ojo respectivamente, no concibe que se trate de dos momentos diferentes. La interpretación no sigue a la configuración que se forma en la retina, sino que son coexistentes. A este respecto se afirma con relación a la siguiente figura: “La figura se ve simplemente, o bien como una caja vista desde abajo, o bien como un cubo visto desde arriba; no absorbemos primero una forma óptica para abrazar a continuación una interpretación de la misma”<sup>5</sup>. Cuando se afirma que “se ve simplemente”, lo que se afirma es que no existe una diferencia temporal en cuanto al momento en que se manifiestan uno y otro aspecto de la observación. En la observación, según esto, no hay una complejidad temporal que involucre dos o más momentos diferentes.



---

<sup>5</sup> Ibidem. pp. 224 y 225

En la observación, pues, se manifiestan conjuntamente lo óptico y lo interpretativo, sin que por ello pierdan estos dos aspectos sus diferencias. Una diferencia más que destaca Hanson entre el aspecto óptico y el aspecto interpretativo de la observación es la que invoca con los términos “estado físico” y “experiencia”. Para Hanson, la observación en su aspecto interpretativo es una experiencia, en tanto que en su aspecto óptico es un estado físico<sup>6</sup>. Aunque de entrada Hanson no profundiza en detalles sobre lo que entiende por el estado físico de la observación y la experiencia de la observación, sí ofrece algunos rasgos que permiten diferenciar a ambas cosas entre sí. Uno de esos rasgos nos lo ofrece en la siguiente afirmación: “Son las personas las que ven, no sus ojos”<sup>7</sup>. De entrada en esta afirmación se señala que son las personas, y no sus ojos, las que realizan o llevan a cabo la acción de observar. Conforme a esto, puede decirse que, para nuestro pensador, el sujeto de la observación es propiamente la persona, y no sus ojos; señalándose, con ello, a las personas como las entidades que tienen la experiencia de observar, y no los ojos como suele creerse. Así pues, la observación, en tanto que interpretación, es una experiencia de la persona en cuanto que sujeto. A diferencia de la interpretación, lo óptico es aquello con lo que se tiene la experiencia o, mejor aún, lo que se ofrece a la experiencia de observar. No hay que olvidar que, en un primer sentido, para Hanson, la observación es percepción o sensación y que, en cuanto tal, se encuentra o sucede en el ojo. Por ser el ojo parte del sujeto, podría decirse que las operaciones que realiza éste al realizar una configuración en la retina son operaciones del sujeto. Sin embargo, aunque dichas operaciones se realizan por un órgano del sujeto, no puede aseverarse que sean propiamente del sujeto. Las operaciones que realiza el ojo están fuera del alcance del sujeto, y, por ende, escapan a su voluntad. Desde este punto de vista, la observación en cuanto percepción o sensación, no es algo que el sujeto haga, sino algo que se encuentra dado y es, por ello, objeto de

---

<sup>6</sup> Cfr. *Ibidem*, p. 220

<sup>7</sup> *Idem*.

su experiencia de observar. Si las operaciones que realiza el ojo en la configuración o formación de imágenes en su retina estuvieran al alcance del sujeto, y éste voluntariamente las determinara, con todo derecho podría afirmarse que son del sujeto. Pero dado que el sujeto o la persona no participa en la formación que hace el ojo de imágenes, no puede afirmarse, como bien lo hace Hanson, que en ello haya una experiencia del sujeto. Si bien la observación -en cuanto percepción- no es una recepción de configuraciones o imágenes, sino una formación de las mismas, dicho proceso no es una experiencia, sino tan solo algo que se le ofrece a la experiencia del sujeto. De este modo, ni el proceso de formación de configuraciones ni las configuraciones mismas (o, mejor aún, el proceso de configuración) es una experiencia del sujeto. Cuando Hanson afirma que “una reacción de la retina es solamente un estado físico, una excitación fotoquímica”<sup>8</sup>, lo que afirma es que la formación de configuraciones (o las configuraciones mismas) no se nos ofrecen más que como objetos de la experiencia, como estados que están ahí en el ojo y que, por sí mismos, no constituyen una experiencia de observación o, para decirlo de otra manera, no son en sí observados por el ojo.

Para Hanson, pues, la disposición que hay entre puntos, líneas o manchas (esto es, la relación espacial que guardan entre sí puntos, líneas o manchas dentro de la imagen) es algo que se ofrece a la experiencia del sujeto. El que, por ejemplo una línea AB esté más cerca de la línea CD que de la línea EF o al lado izquierdo de ambas, ligeramente por encima de las dos, o que todas estas líneas sean paralelas entre sí y se orienten verticalmente son situaciones que se ofrecen a la experiencia del sujeto como una configuración. La postura a este respecto es que, aun cuando dicha configuración o disposición de puntos, líneas o manchas se forma en un órgano del sujeto, mientras el sujeto no participe como tal en la elaboración de dicha configuración (esto es, mientras no sea él el que disponga consciente y voluntariamente la posición que ha de tener cada punto,

---

<sup>8</sup> Idem.



cada línea y cada mancha dentro de la configuración), esta actividad de elaboración no podrá caracterizarse propiamente como una actividad del sujeto. Como las cámaras, los ojos no ven u observan en sí mismos aun cuando son órganos del sujeto; de ahí que Hanson afirme que: "Las cámaras fotográficas y los globos del ojo sean ciegos". En este sentido, puede decirse que, para Hanson, el ojo, si bien organiza la información lumínica proveniente de su entorno, no se percata de ello ni de la configuración de puntos, líneas y manchas que de ello resulta. Una actividad en la que no hay conciencia no puede caracterizarse, aun cuando se realice en un órgano del sujeto, como una actividad del sujeto. Es precisamente en este sentido que Hanson rechaza las posturas o los intentos de localizar en los órganos de la vista (o en el retículo neurológico situado detrás de los ojos) algo que pueda denominarse la visión"<sup>9</sup>. En tanto que no hay conciencia en el ojo de su actividad ni de la configuración que resulta de ella, esta configuración de puntos, líneas o manchas no es observada en sí misma por el ojo. Pero, en todo caso, si es observada, es porque siempre se manifiesta junto a la interpretación.

O, mejor aún, es porque con la propia interpretación se manifiesta. Al margen de la experiencia, el objeto de la observación, aunque esté ahí frente al sujeto, no está para él. Esta situación es similar a la siguiente. Imagínese que alguien sumamente fuerte tira de una cuerda, en cuyo extremo opuesto se encuentra un sujeto tomándola con las manos. En esta situación, tal sujeto padece el efecto de la fuerza como un jalón que lo desplaza aun cuando se opone a dicha fuerza. En este caso, no sólo hay una fuerza en el mundo físico en el que se haya el sujeto, sino que también la padece. Para él, no hay duda de que quién tira de la cuerda al otro extremo es una persona fuerte. Pero si no es él el que se opone a la acción de ese individuo fuerte, si no toma la cuerda entre sus manos, no experimentará o padecerá el tiro de la fuerza. La cuerda es el medio a través del cual se experimenta la fuerza: Tomar o no tomar la cuerda, en este caso, es sentir o no

---

<sup>9</sup> Idem.

sentir la fuerza. La fuerza no es la cuerda, ni la cuerda es la fuerza. La fuerza podrá estar ahí, pero mientras no haya un medio a través del cual el sujeto se ponga en contacto con ella, no la experimentará. Una cosa es la cosa que se experimenta y otra por la que se experimenta. Hablando con propiedad, a la primera se le puede referir como el objeto de la experiencia, y a la segunda como la experiencia misma. Análogamente, si el aspecto óptico de la observación es distinto del aspecto interpretativo y el primero es el objeto de la experiencia y el segundo es la experiencia misma, es comprensible que la configuración de puntos, líneas o manchas (que es el objeto de la observación) no sea observada si no es a través de la experiencia interpretativa o interpretación.

Precisamente porque la interpretación permite que la configuración óptica sea observada es que, de los dos aspectos, sea ella lo fundamental en la observación. Dado que con y en la interpretación las configuraciones de la retina son observadas, es ella, en cuanto actividad que no se da al margen del sujeto, la observación misma. La observación, en este sentido, no sólo es una actividad que se realiza dentro del sujeto, sino fundamentalmente por el sujeto. Y es aquí donde la observación tiene su dimensión propiamente humana, al menos en un sentido tradicional. Esto es, la observación, en cuanto interpretación, es una organización conceptual<sup>10</sup>. En la observación, hay una estructura racional u organización conceptual que la distingue como una actividad propiamente humana.

Si bien Hanson afirma que detrás de las "reacciones visuales no existen diferentes pensamientos o que la interpretación sea espontánea"<sup>11</sup>, no quiere decir con ello que la interpretación no sea una forma de pensamiento. Tan sólo quiere negar que la interpretación sea una de aquellas formas de pensamiento cuya realización involucre un intervalo de tiempo con

---

<sup>10</sup> Hanson se refiere a la inteligibilidad que busca la física fundamental como nuevos modos de organización conceptual, nuevos con respecto a los modos de organización conceptual (o interpretaciones) con los que cuenta en un momento determinado. Véase *Ibidem*, p. 238

<sup>11</sup> *Ibidem*, p. 227

diferentes momentos. Por ejemplo, la inferencia es una forma de pensamiento en la que se piensa una a una las premisas y finalmente se piensa la conclusión. Frente a una inferencia (que requiere un lapso de tiempo determinado) el concepto es una estructura racional básica, en la que de momento nos viene a la mente una serie de características en relación con lo que se piensa. Como el concepto, la interpretación, en el sentido al que se refiere Hanson, no es un proceso intelectual que requiera más de un momento.

No es que uno a uno los elementos de la configuración observada sean dispuestos en un orden distinto al que ya tienen en la configuración, como consecuencia de un pensamiento. No se trata de ir observando uno a uno los elementos de la configuración, pensarlos uno a uno e irlos colocando uno a uno como consecuencia de haberlos pensado. Aquellos que observan la figura arriba ilustrada como un cubo, un acuario o cualquier otra cosa similar, no van ordenando paso a paso los elementos de dicha figura como un cubo, un acuario o cualquier otra cosa. Simplemente, insiste Hanson, la ven como un cubo, un acuario o como otra cosa. Cuando se ve, se ve de momento como una u otra cosa.

La interpretación, en cuanto experiencia, es la condición por medio de la cual se hace posible observar las configuraciones que se forman en la retina o en el ojo. Como condición de la observabilidad de estas configuraciones, la interpretación determinará la forma que presentarán éstas. Es decir, las configuraciones de la retina se observarán (conforme a la teoría de Hanson) como una u otra cosa según sea la interpretación<sup>12</sup> que se tenga. La interpretación es, literalmente hablando, como el prisma a través del cual se observan las configuraciones de la retina; dependiendo de la estructura que tenga ésta se observarán las configuraciones. Si bien para Hanson la interpretación no es una entidad física con una determinada estructura, sí es una entidad mental o intelectual con una determinada organización. Es precisamente por su carácter intelectual que la

---

<sup>12</sup> Por estas ideas se debe considerar a Hanson un pensador que sostiene la tesis de la carga teórica de la observación.

interpretación, a diferencia de la configuración que se constituye como imagen, sea una “organización que en sí misma no se vea como en el caso de las líneas y colores de un dibujo”<sup>13</sup>. La precisión que a este respecto hace Hanson se debe a que tanto el aspecto óptico como el aspecto interpretativo de la observación son una disposición estructural de elementos. En el caso de la configuración que se forma en la retina, los puntos, líneas o manchas que se observan, se observan en una determinada posición. Cada punto, línea o mancha observada constituyen conjuntamente una organización que se observa. A diferencia de esta configuración de puntos, líneas o manchas, la interpretación es una configuración intelectual o conceptual que está junto a aquella, en una amalgama. No es que la interpretación se diluya en la imagen para constituir una sola configuración u organización. Se trata de una unión indisoluble, en la que por más cerca que esté una de la otra, se conservan sus diferencias. En esta indisoluble unión, la imagen es el objeto de la observación y la interpretación la experiencia: una es la configuración que se observa y la otra la configuración mediante la que se observa. En su carácter de medio o experiencia, la interpretación no es en sí misma susceptible de ser observada. La interpretación, por ser estrictamente una experiencia, no puede ser en sí misma objeto de observación. No es propiamente una serie de puntos, líneas, manchas o colores dispuestos en el campo visual, sino más bien es “la manera en que se comprenden todos estos elementos que se presentan al campo visual”<sup>14</sup>. Mas allá de la idea que pueda tener un hombre del mundo que le circunda, los objetos que en él habitan tan sólo tienen una dimensión que ni es grande ni pequeña en sí o las acciones de otro hombre que le afecten ni son buenas ni malas en sí. Es a través de la idea de lo grande o lo pequeño o a través de la idea del bien o del mal que este hombre ve los objetos como grandes o pequeños o las acciones de otro hombre como buenas o malas. Conforme a la concepción de la observación que desarrolla

---

<sup>13</sup> Cfr. *Ibidem*. 230

<sup>14</sup> *Idem*.

Hanson, observamos el mundo que nos circunda a través de ideas o conceptos que organizan los elementos del campo visual de una manera tal que aparezcan, en el caso de la figura ilustrada, como una caja, un cubo de hielo o cualquier otra cosa de las que menciona Hanson. En la teoría de Hanson, la observación es fundamentalmente una actividad intelectual por la que se observa cualquier configuración que se forme en la retina, una actividad intelectual que en ningún momento se desliga de la imagen retiniana: es un acto conjunto de percibir y pensar (o interpretar).

## LA OBSERVACIÓN COMO PRESTAR ATENCIÓN A

La cuestión que conduce a Peter Achinstein a exponer sus ideas entorno a la observación es la de demostrar que no hay lista alguna de términos teóricos y observacionales que no sea cuestionable, esto es, una lista con la que todos los filósofos de la ciencia estén de acuerdo. Para Achinstein, es claro que el que un término como el de "electrón" se coloque en la categoría de los términos observacionales o en la de los teóricos depende de lo que se entienda por observación o, mejor aún, del uso que se hace del término "observación". Al no pronunciarse por una lista como la lista que debiera reconocerse como la correcta, Achinstein no descalifica las distintas maneras en que se dice "observar". A este respecto, no parece tomar la postura de aquellos que se consideran una autoridad en un determinado tema y corrigen a quienes consideran se equivocan en dicho tema. Para él, pues, el mundo ideal del deber ser (en el que sólo debiera reconocerse la definición ideal de observación) no tiene cabida en su propuesta. El mundo imperfecto del ser en el que Achinstein se ubica y ubica a los individuos que hacen uso del término "observación" es un mundo en el que se hacen diversos usos de este término. La actitud de este pensador no es la de entrar a la discusión filosófica en la que se disputa la exclusividad del término "observación": El término o la palabra "observación" no puede ser usado más que para nombrar o designar a un determinado concepto o hecho.

Sin embargo, la tolerancia que manifiesta hacia las diferentes maneras de decir que se observa se debe a que en cada una de ellas está presente el rasgo que considera fundamental en la observación, a saber, el de prestar atención. Más allá de esto, otros aspectos tradicionalmente relacionados a la observación son, de acuerdo a Achinstein, accesorios a ella, esto es, el ser de la observación no depende de la presencia o ausencia de ellos. En este sentido, no importa que, al prestar atención u observar, se haga motivado por un propósito o no: o que para ello haya o no un interés de por medio. Tampoco importa que el observador sepa o no lo que observa. A este respecto, Achinstein, a diferencia de aquellos que consideran a la observación como actividad humana, tolerará al zoólogo que atribuye a ciertos animales la capacidad de observar cuando afirma que “el animal depredador observa a su presa mientras la asecha”. Si Achinstein puede aceptar sin mayor dificultad la concepción del zoólogo en el sentido de que los animales son capaces de observar o, sin titubeo alguno, él mismo considera que el individuo común y corriente es capaz de realizar observaciones en las situaciones más triviales y cotidianas, con mayor razón no se opondrá al científico que afirma que realiza observaciones en sus investigaciones: “Así, “observar” es un término particularmente adecuado para la ciencia, donde frecuentemente se requiere atención a los varios aspectos y rasgos de los ítemes”<sup>1</sup>. Es decir, al científico no se le puede negar el que diga de sí mismo que observa cuando de manera natural lo que se requiere en su actividad científica es atención.

Lo que hace Achinstein, pues, es considerar directamente las situaciones (o contextos) dentro de las cuales el científico afirma observar y tomarlas como auténticos hechos que constituyen el contenido de los conceptos que en todo caso se relacionan con el término “observación”. Es decir, si el científico entiende y llama por observación a una actividad específica

---

<sup>1</sup> Achinstein Peter. *Términos observacionales*, en “Filosofía de la ciencia: teoría y observación”, ed. Siglo XXI. México. 2003, p. 334

que realiza, es porque la concibe y llama de esa manera. El científico tiene la libertad de nombrar con el término "observación" a la actividad específica que realiza y tenerla mentalmente presente cada vez que hace uso de dicho término. Para Achinstein, detrás de cada una de las maneras de decir que se observa hay un concepto de observación plenamente justificado por la actividad específica a la que se refiere. Cada uno de los conceptos de observación que el científico concibe tiene su razón de ser en la actividad específica que desempeña cada uno de ellos. De este modo, habrá científicos que realicen su actividad específica con sumo cuidado y otros con poco cuidado; científicos que la realicen rápidamente y otros lentamente. Con ello habrá que reconocer que la observación no es una actividad que necesariamente tenga que realizarse lenta y cuidadosamente: "La observación es algo que puede hacerse con o sin cuidado, rápida o lentamente"<sup>2</sup>. El cuidado o el descuido, la rapidez o la lentitud, el compromiso o la falta de compromiso, el saber que o no saber que, el tener o no tener un propósito son, para Achinstein, rasgos accesorios de la observación y la presencia o falta de ellos en nada afecta a lo que él tiene en mente por observación. Mientras la actividad específica que realiza el científico, ya sea que la realice rápida o lentamente, con o sin cuidado, etc..., no pierda la atención, seguirá llamándose "observación". Achinstein no considera que su noción de observación entre en conflicto con las nociones de observación que tienen en mente los científicos si todas éstas se refieren a actividades específicas que se realizan con atención.

Si bien Achinstein no pretendió alejar su noción de observación del uso que hacen los científicos de este término, sí pretendió alejarla del sentido común y corriente que se tiene del término. A este respecto, hace notar un contraste entre lo que es propiamente observar y lo que el vulgo considera como observar y afirma que: "Es posible contrastar el verbo "observar" con

---

<sup>2</sup> Cfr. Op. cit. p. 333



algunos otros relacionados, por ejemplo, “ver”, “detectar” y “reconocer”<sup>3</sup>. No es necesario analizar profundamente esta afirmación de Achinstein para darse cuenta de que, en ella, está anunciando la distinción entre lo que considera es “observar” y lo que la mayoría considera es “ver”, esto es, deja en claro su pretensión de alejarse del sentido común (el cual podría considerar a la observación como una simple actividad de ver). Antes de precisar lo que es observar para Achinstein, intentemos ubicar algunos de los rasgos de ver que se nos presentan de manera inmediata.

Todo el mundo sabe que miramos o vemos a través de los ojos, y no a través del oído o alguna otra parte del cuerpo. Además sabemos que un buen porcentaje de la información que disponemos proviene del sentido de la vista, es decir, lo que vemos a través de los ojos constituye un alto porcentaje de la información que captamos de nuestro entorno. Pero lo más importante es que ante la mirada parece presentárenos los objetos mismos: la mayoría considera que los objetos se presentan tal cual son en sí mismos a la mirada. Al tener abiertos los ojos captamos un mosaico de formas y colores, por los cuales se nos delinean objetos distintos. Ante mis ojos puedo tener presente un cerro con árboles, niños jugando en una pradera y otra tantas cosas más. En una simple mirada, todos y cada uno de los objetos que está presente en mi campo visual se encuentra ahí sin más ni más como cualquier otro, es decir, todos se presentan por igual y no hay uno que sea más que los otros: grandes y pequeños cuentan por igual. Ante una simple mirada, las diferencias que hay entre los objetos parecen quedar superadas. Por ejemplo, los objetos distantes y cercanos parecen estar en un mismo plano en el que ninguno sobresale.

Si bien esta forma neutral de ver (la cual no privilegia a ninguno de los objetos que aparecen en el campo visual) es posible por momentos, la mayoría de las veces nuestro ver destaca a algún objeto sobre los demás. Cuando no destaca un objeto, nuestra mirada o ver ya destaca otro. Si no

---

<sup>3</sup> Ibidem, p. 334

es esto a lo que se refiere, a qué otra cosa pudiera estarse refiriendo Achinstein cuando ejemplifica lo que entiende por observación con: “Supongamos que tengo fija la vista en una pared blanca; por supuesto que normalmente se describiría como si la estuviera mirando y viendo, pero no la estoy observando a menos que esté mirando o buscando sus grietas, su color y su textura, su posición respecto a otros objetos, o algo por el estilo”<sup>4</sup>. Si la pared a la que se refiere Achinstein presenta todos estos rasgos y otros más, la mirada, al verla, normalmente no los coloca en el mismo plano, sino que destaca a menos uno sobre los otros. Si normalmente la mirada destaca algún objeto del campo visual, puede afirmarse que normalmente observamos. Si nos encontramos a una distancia de la pared de tal modo que junto a ella aparezcan en el campo visual otros objetos y no podemos notar ni sus grietas ni su textura o cualquier otro de sus rasgos, no podrá negarse que se la observa si la destacamos de los demás objetos con los que se presenta en el campo visual. Sin embargo, lo que Achinstein concibe como observación de  $X$  no es tanto destacar a  $X$  de otros objetos junto con los que se presenta en el campo visual, sino destacar algunos de sus rasgos.

Si consideramos a cualquier objeto  $X$  como un conjunto de rasgos o características, es posible reconocer dentro de éste al subconjunto de rasgos que conforman la superficie de  $X$ . Estos rasgos son los que se exponen a la vista y pueden verse cuando su dimensión es tal. Los rasgos que pueden verse a una determinada distancia por su dimensión, sin embargo, no siempre se presentan en un mismo plano. La mirada generalmente privilegia a algunos de ellos y los destaca sobre los demás. Por ejemplo, cuando vemos a una persona, normalmente la vemos al rostro, dejando detrás de él oídos, cabello y otras cosas más que también aparecen en nuestro campo visual. Aunque es posible que nuestra mirada no privilegie a ninguna de las cosas que aparecen en su campo visual y coloque a todos en un mismo plano, generalmente pone a unos por encima de los otros, destacándolos. Cuando Achinstein afirma que se observa la pared si se está mirando o buscando

---

<sup>4</sup> Idem.

sus grietas, color o textura, de ningún modo está afirmando que otros rasgos de la pared no estén presentes en el campo visual, sino tan sólo que las grietas, el color o la textura destacan sobre los demás rasgos de la pared. Pero esto es algo que la mirada hace de manera natural cotidianamente. Lo que es una forma natural de ver las cosas, Achinstein la considera como una forma específica de ver, una forma que, si no es exclusiva de los científicos, es más común en el quehacer de éstos. Y, por el contrario, estaría considerando como forma común de ver las cosas a la forma neutral: considera que la mayoría de las personas comúnmente ven la pared sin poner atención en sus grietas, textura, color, etc.. esto es, sin destacar estos rasgos.

Observar a  $X$  no es ver a la vez todos y cada uno de sus rasgos, sino que es ver uno a uno sus rasgos. Estrictamente hablando, al observar a  $X$ , no se mira a  $X$ , sino alguno de sus rasgos o algo con él relacionado. Para Achinstein, al observarse  $X$ ,  $X$  no está completamente presente a la mirada o, inclusive, puede no estar presente. El que  $X$  pueda no estar presente a la mirada (y sin embargo ser observado) es una característica más de la observación. A este respecto da varios ejemplos. Entre otros señala: "Lo que el físico observa no es el electrón, hablando estrictamente, sino sus trazas; no el campo eléctrico, sino sólo la separación de las hojas en un electroscopio; no la temperatura, sino sólo una columna de mercurio"<sup>5</sup>.

Para Achinstein, pues, no es necesario que el observador tenga ante su mirada al objeto que dice observar. La cuestión que nuestro personaje intenta esgrimir con la afirmación citada es la que le plantea el positivismo lógico, para el cual la entidad que es observable en sí misma es la que se presenta por sí misma a la mirada del observador, esto es, sin ayuda de algún intermediario, sea este un instrumento u otra entidad. Uno puede ver, gracias a un telescopio o a un microscopio, imágenes de objetos o muy distantes o muy pequeños. Estas imágenes, que se encuentran en los espejos del telescopio o microscopio, si bien no son en sí mismas las entidades que se pretenden

---

<sup>5</sup> Ibidem. pp. 340-341

observar, sí permiten hacer la aseveración de que se observan tales entidades. Mientras se ponga atención visual en algo que ésta íntimamente vinculado o relacionado con la entidad  $X$ , que está dentro de su vecindad o que está produce, es posible aseverar que se observa  $X$  aun cuando  $X$  no esté presente a la vista o no sea destacada o atendida por ella. Sería, sin embargo, un absurdo decir que se observa  $X$ , estando  $X$  cerca o siendo suficientemente grande, cuando, siendo posible observarlo directamente, lo que se mira es su reflejo en el espejo. En estos casos, sería válido decir que se observa  $X$  al observar su imagen en los espejos del telescopio o microscopio, o en un simple espejo, si la situación en la que se encuentra  $X$  no permite verlo directamente. Con relación a espejos y lentes (esto es, instrumentos de observación que se valen de estos artefactos), Achinstein enumera cuatro condiciones por las que podría decirse que se observa  $X$  aun cuando no esté siendo atendido por la vista:

“Hay un segundo tipo de caso en el que  $X$  puede estar “oculto a la vista”, y en el que no obstante puede hablarse de observar  $X$ , a saber, cuando se está prestando atención al reflejo de  $X$  en un espejo, o la imagen de  $X$  que produce un lente, o algo de ese estilo. En tales casos, normalmente se obtienen las siguientes condiciones. 1)  $X$  produce aquello a lo que se está atendiendo (el reflejo o la imagen). 2) (éste) es parecido a  $X$ . 3) Cambia cuando  $X$  cambia, cuando  $X$  se mueve. 4) Existe al mismo tiempo que  $X$  (por lo menos cuando  $X$  no está muy distante de aquello que produce) Si no se cumple alguna de estas condiciones, puede ser engañoso hablar sin ningún matiz de que se observa  $X$ ”<sup>6</sup>.

En el caso de observar electrones o cualquier otra partícula subatómica, la situación es distinta. En este caso no entran en juego imágenes o reflejos de los objetos que se observan. En este caso, cuando el físico afirma que observa electrones, no está afirmando que tenga ante su mirada imágenes de los electrones, esto es, imágenes de esferitas en caso de que los electrones tuvieran forma esférica. Cuando el físico afirma que observa electrones, lo que afirma es que está poniendo atención visual a las trazas que producen los electrones en su paso por la cámara de

---

<sup>6</sup> Ibidem. 337

niebla. En este caso, los electrones producen algo que, si bien no es una imagen que le corresponda, está tan íntimamente ligado a ellos como las imágenes mismas. De manera general Achinstein establece la posibilidad de observar  $X$ , sin tenerlo a la vista, si se observa o pone atención visual a algún  $Y$  con él relacionado: "Normalmente se cumplen tres condiciones si uno habla de observar en estos casos. a) El  $Y$  que se asocia con  $X$  es algo que  $X$  produce, o algo que cubre a  $X$  más o menos estrechamente...., b) El  $Y$  que se asocia con  $X$  está dentro de la "vecindad general" de  $X$ .... y c) Prestar atención a  $Y$ —dada la presente posición del observador y los medios que está usando— es una manera estándar, quizá la única, de prestar atención visualmente a  $X$ ".<sup>7</sup>

A pesar de que en la teoría de Achinstein se concibe a la observación como atención visual, en la que se destacan unos tras otros los aspectos de la entidad que se observa o alguna otra cosa con ella relacionada, no hay de antemano un número determinado de aspectos que deban ser atendidos por la vista para decir que la entidad en cuestión ha sido observada. Para Achinstein, el número de aspectos que deban ser destacados por la mirada y cuáles deban ser atendidos por la vista antes de poder decir que se ha observado una entidad depende del estado cognitivo del observador o de los conocimientos con los que cuenta: "No hay ningún número particular o conjunto de aspectos de un ítem a los que deba atender antes de que pueda decirse que lo he observado. A cuántos a cuáles atienda dependerá de mi conocimiento"<sup>8</sup>. En cierto modo, la noción de observación de Achinstein está relacionada con una actividad analítica de la mirada, una actividad en la que la mirada, lejos de tener presente, en un solo momento, a todos y cada uno de los rasgos de la entidad observada, los va destacando o atendiendo unos a otros en el transcurrir del tiempo. En la observación, como la concibe Achinstein, la mirada no tiene ante sí al objeto como la unidad de rasgos que es (es decir, no ve al objeto como la totalidad de sus rasgos), sino

---

<sup>7</sup> Ibidem, p. 335

<sup>8</sup> Ibidem, p. 334

que tiene ante sí al menos uno de sus rasgos o algo con él relacionado, dejando detrás de éste los demás rasgos. En la observación, aunque todos los rasgos visibles del objeto observado aparezcan en el campo visual, sólo se enfoca visualmente a algunos de sus rasgos, y no todos a la vez. Para este pensador, pues, la observación es prestar atención a determinados aspectos de las cosas.

## LA OBSERVACION COMO RECEPCION DE INFORMACIÓN

Hoy en día cuando la gran mayoría de los filósofos parece dedicarse a interpretar y exponer las teorías de otros<sup>1</sup>, es posible que alguna de las siguientes dos alternativas suceda: 1) que la exposición de la teoría por parte de su autor sea impecable (esto es, que no haya cabos sueltos o puntos oscuros dentro de ella) y que, por tanto, no se requiera explicación adicional por parte de sus comentaristas o 2) que la exposición sea vaga y se requiera aclarar cada uno de los puntos oscuros. Si bien la teoría de la observación como recepción de información de Dudley Shapere no es del todo precisa, la mayoría de las tesis que ahí se plantean son notablemente claras. La exposición de esta teoría, por parte de su autor, ha sido cuidadosamente planteada y desarrollada sobre la base de la postura que da por hecho la observación de lo que sucede en las capas más internas del Sol. La exposición clara y detallada de sus principales tesis hace que una nueva exposición de la teoría sea un trabajo pobre respecto a aclaraciones. Si hoy día el quehacer filosófico está en precisar las ideas que confusamente expresaron sus autores, la tarea de aclarar la teoría de la recepción de información de Shapere parece sencilla y breve. No por ello, sin embargo, renunciaremos a hacer una nueva exposición de esta teoría.

La teoría de la observación como recepción de información se sustenta en un proceso de generalización. De acuerdo a un viejo principio lógico, existe una relación entre el contenido y la

---

<sup>1</sup> De ninguna manera negamos que haya filósofos dedicados a explorar nuevos horizontes dentro de la filosofía. Desearíamos que fueran más los que se aventuraran a entrar en terrenos desconocidos.

extensión de un concepto, en la que al disminuir una aumenta la otra. Con ello, si a un concepto A con contenido  $x$  y extensión  $y$  se le agrega una característica mas al contenido ( $y + 1$ ), en el concepto A se distinguirá un concepto de menor extensión como su subclase. A este concepto le corresponderá el contenido " $y + 1$ ". Y si se procede en un sentido inverso, si tomamos a este concepto como punto de partida y eliminamos de su contenido la característica agregada, obtenemos como resultado el concepto A con mayor extensión. En la exposición de su teoría de la observación, será de suma relevancia reconocer como hecho el uso restringido o limitado de la noción o del término observación. Localizada la noción restringida de observación e identificados los rasgos de dicha restricción (esto es, el contenido que a dicho concepto corresponde), el paso siguiente de su exposición será eliminar tantos rasgos como sea necesario a esta noción a fin de extenderla en su extensión. Para esto último, será también de suma importancia reconocer como hecho otros usos del término observación que, si bien difieren del sentido común en el que se usa el término, requieren ser considerados, sobre todo cuando se echa mano de ellos dentro de la ciencia. En la manera como se usa el término dentro de la ciencia estará la clave con la que Shapere eliminará los rasgos convenientes de la noción restringida de observación a fin de generalizarla e incluir, con ello, a lo que el científico se refiere como legítima o auténtica observación.

Por lo que respecta a la noción restringida que le da al término "observación", desde la perspectiva de Shapere, esta puede corresponder tanto a un uso filosófico como a un uso ordinario del término<sup>2</sup>. Específicamente en el manejo filosófico que se hace del término se confunden dos aspectos de la observación y se les toma como uno solo: el aspecto perceptual y el aspecto

---

<sup>2</sup> Por uso filosófico debe entenderse aquí y en lo que resta de esta exposición de la teoría de la observación de Dudley, al sentido filosófico en el que se plantea que "hay una cosa de la cual podemos estar seguros que nunca será observada directamente, y esa es la región central del Sol o, para el caso, la de cualquier estrella". A este respecto, Dudley se refiere a cierto filósofo. Véase Dudley Shapere, *El concepto de observación en ciencia y en filosofía*, en compilación de León Olive y Ana Rosa Pérez Ransanz, ed., Siglo XXI editores, México, 2004, p. 479.



epistémico. En el uso filosófico del término, según Shapere, no se logra distinguir estos dos aspectos de la observación. Así, pues, para el filósofo que plantea la imposibilidad de observar el centro del Sol, la observación es estrictamente una percepción que deviene siempre en su uso epistémico, esto es, una percepción que se realiza en su uso como evidencia. Así como una mesa no es mesa por el simple hecho de tener madera o los elementos disponibles para su construcción, así también una observación no es observación por la pura percepción. Los materiales se vuelven mesa cuando se unen entre sí conforme a la forma que a las mesas corresponde. En la noción de observación que cuestiona Shapere, se presupone una interdependencia entre la percepción y su uso epistémico en la observación; esto es, para esta forma de entender el asunto, en la observación no puede haber solo percepción. Para Shapere, por el contrario, la percepción no siempre se hace acompañar de un uso epistémico, es decir, puede haber observaciones que no sean utilizadas como evidencia, al menos inmediatamente. Conforme a ello, puede decirse que, para él, aunque lo perceptual y lo epistémico son dos aspectos de la observación, no siempre se presentan conjuntamente a la vez. En la exposición de su teoría se encuentran implícitas dos preguntas que debieran tener presente todo aquel que se interesa en las ciencias empíricas, a saber: ¿qué es la observación? y ¿cuál es el papel epistémico de la observación dentro de la ciencia? En el planteamiento de estas dos preguntas está la postura clara de que una cosa es lo que es la observación y otra muy distinta es lo que es su función epistémica. La respuesta a la pregunta de qué es la observación no incluye, aunque con ellos tenga relación, rasgos del papel epistémico de la observación. En la noción de observación del filósofo, según lo entiende Shapere, el aspecto del uso epistémico de la observación está de más. Uno de los puntos de la generalización de la noción de observación que hace Shapere estará en separar de la naturaleza de la observación a su uso epistémico. No le interesará afirmar que la observación incluya dentro de su naturaleza el ser

evidencia para el conocimiento: la observación es, en el sentido que precisaremos, observación independientemente de que se use o no para justificar creencias

Pero a Shapere tampoco le interesará afirmar que la observación sea un conocimiento. La observación podrá estar condicionada por determinados conocimientos o podrá condicionar determinados conocimientos, pero nunca podrá ser en sí misma un conocimiento. Si Shapere afirmara como Hanson que “el conocimiento está en la visión y no es algo adjunto a ella”<sup>3</sup>, estaría dejando fuera de lo que considera como observación lo que el científico considera como observación. Si para Hanson una cámara fotográfica es ciega en virtud de que no es ella la que efectúa una observación, para Shapere, aunque la cámara es ciega, sí realiza una observación. Para él, negar el uso que hace el científico del término observación es negar lo que se hace en ciencia como observación y, más aún, negar lo que sobre ella se ha construido, a saber, el conocimiento. Para este teórico de la observación, negar que ciertos instrumentos creados por científicos y técnicos realicen observaciones es negar el hecho de que la ciencia se vale, en la justificación de creencias, de observaciones mucho más confiables que las que se hacen por medio de los órganos de los sentidos. Es precisamente este hecho el que conduce a Shapere a separar de la naturaleza de la observación a su uso epistémico. El que el científico recurra a algo que suple a la percepción en su función y sea mucho más precisa que ésta en ello es un indicador de la necesidad de ampliar la noción de observación a fin de incluir dentro de ella a este algo. Y es que, en el fondo, al hacer a un lado el uso epistémico de la naturaleza de la observación se cancela la posibilidad de que sea un conocimiento en el sentido de que sea algo sabido o conocido. En vista de que por lo general sabemos o nos percatamos de nuestras percepciones, parecería que uno de los rasgos de éstas es el de *ser sabidas o conocidas*. Sin embargo, hay situaciones en las que las percepciones suceden sin darnos cuenta de ellas. situaciones que sugieren que el *ser sabido o conocido* no es sino un

---

<sup>3</sup> Op. cit. Ibidem. p. 242

aspecto accesorio a la percepción. No es necesario darse cuenta de que la percepción sucede para que suceda. El ojo podrá ser ciego o no darse cuenta de sus percepciones, pero, desde la perspectiva de Shapere, realiza propiamente percepciones u observaciones. Sin la restricción de que el órgano de la vista tenga que darse cuenta de sus percepciones es posible concebir una gran variedad de instrumentos que realicen actividades similares a la de la percepción que no se percata de que las realiza. Al hacer a un lado de la naturaleza de la observación el rasgo de *ser sabido o conocido*, cualquier instrumento provisto de características similares a las del ojo puede hacer observaciones. Específicamente, la cámara podrá ser ciega o no saber de lo que hace, pero, al hacer algo similar a lo que hace el ojo, hace observaciones. No es necesario usar una percepción, o cosa que se le parezca, ni mucho menos saber de ella para sostener que se ha realizado una observación: no es necesario, al momento de que sucede la observación, saber que está sucediendo:

“La tradición filosófica ha sostenido como un supuesto fuera de toda duda, la idea de que para que tenga lugar “observación” es necesario que el receptor (un ser humano) esté presente en el lugar y en el momento en el que se recibe la información, y en un estado y bajo condiciones en las cuales sea capaz de recibir la información. Pero como vemos en el caso de los neutrinos solares, no es necesario que se satisfaga este supuesto... En principio, durante años ningún humano tendría que presentarse para recabar información; sin embargo, ésta se considera como observacional”<sup>4</sup>

Es claro, pues, que para Dudley hay un uso primitivo del término “observación” que circunscribe la observación a la percepción, al que la ciencia se ha encargado de rebasar al buscar y encontrar (o desarrollar) instrumentos de observación más confiables que la propia percepción. La ciencia, sobre la base de sus conocimientos de las cosas, ha desarrollado instrumentos de observación que amplían el universo de lo que es observación y que reclaman, por tanto, un ajuste de la noción a fin de hacerla corresponder con lo que hacen. A este respecto se declara Shapere en

---

<sup>4</sup> Ibidem. p.508

los siguientes términos: "Así, podemos decir que lo que hemos aprendido acerca de cómo son las cosas ha conducido a una extensión de lo que *es* hacer una observación, por medio de una generalización natural, y más aún, que varios aspectos relevantes de ese conocimiento son *aplicados* al hacer observaciones específicas"<sup>5</sup>.

Para Shapere, la observación no es conocimiento; sino tan solo el conocimiento es una condición de la observación o algo que la hace posible. El ser condición de la observación, sin embargo, no significa que sea un elemento sin el cual no se constituye la observación, ni que lo sea todo, fuera de ella, que la determine. El conocimiento es algo distinto a la observación y junto con otras instancias la hace posible. En otros de sus ensayos<sup>6</sup> Shapere se refiere tanto a aspectos teóricos como a aspectos técnicos como condiciones de observación. Y es precisamente esta conjunción del conocimiento con lo técnico lo que caracteriza el papel del conocimiento como condición de observación. Sin un sustento tecnológico no es posible la observación, aun cuando teóricamente sea posible. La teoría o el conocimiento puede ser una descripción de las características o propiedades que ha de tener un determinado instrumento o aparato de observación, pero si no se cuenta con los materiales y procedimientos para constituirlos en instrumento o en piezas, no es posible contar con él. Tampoco es posible tener instrumentos de observación si a pesar de contar con materiales y procesos que los transformen en herramientas de investigación no sabemos, por medio de una teoría, que pueden ser utilizados para tales propósitos. El conocimiento nos descubre, conforme a la perspectiva de Shapere, los usos que se le pueden dar a las cosas, y, dentro de ellos, el uso que se les puede dar como instrumentos de observación. El conocimiento configura, con todas sus características o propiedades que han de tener los materiales de sus componentes, lo que ha de ser el instrumento de observación. El conocimiento es, en este

---

<sup>5</sup> Ibidem, p.506

<sup>6</sup> Cfr. Dudley Shapere. *El problema de los términos teóricos*, en compilación de León Olivé y Ana Rosa Pérez Ransanz, ed. F.C.E., México, 2004, pp. 50-53

sentido, condición de la observación, no en tanto que determine directamente a la observación, sino en tanto que hace posible reconocer propiedades o cualidades que han de tener los instrumentos de observación. El conocimiento configura, no a la observación, sino al instrumento de observación.

El hecho de que el ser humano cuente, por naturaleza, con el órgano de la vista, lo exime, por un lado, de la actividad de construir un aparato que realice las funciones del ojo y, por otro, de contar con conocimientos sobre las propiedades de ese aparato. Pero en caso contrario, si el ser humano fuera ciego en el sentido de que careciese del órgano de la vista y concibiese que existe un tipo de información que sus demás sentidos no logran captar y además quisiese captar dicha información, requeriría de una serie de conocimientos que le indicasen de las características que habría de tener un órgano de la vista que le permitiera captar dicha información y, si fuese un órgano idéntico al que conocemos, de procedimientos biotecnológicos que le permitan construir un órgano con esas características. Desde la perspectiva de Shapere, el que contemos de manera natural con este órgano o lo construyésemos, no marcaría diferencia alguno en cuanto a la observación que con él se llevaría a cabo. Fuera o no construido el órgano, la observación sería esencialmente la misma en ambos casos. El punto aquí es que, para Shapere, no hay determinación racional del conocimiento en la observación. El conocimiento, en cuanto estructura racional, no es la premisa de la que la observación sea su conclusión. Si el conocimiento fuera la premisa de la observación y no la información que detalla las características del instrumento de observación, con todo derecho podría afirmarse que la observación mediante el órgano de la vista dado de manera natural sería no inferencial en tanto que no hace uso de ese conocimiento y que la observación mediante el órgano de la vista creado o construido sería inferencial en tanto que hace uso de él. Pero dado que la observación es independiente del conocimiento -como lo muestra la observación mediante el órgano de la vista- y el conocimiento no es un ingrediente racional que

forme parte de la sazón de la observación, es de comprender que no hay una tal diferencia inferencial entre las observaciones que se llevan a cabo a través del órgano de la vista y las que se realizan a través de cualquier instrumento creado para tales propósitos. Si la noción de observación se restringiera a la condición de que la recepción de información se haga mediante órgano natural, quedarían excluidas como observaciones las recepciones de información que llevan a cabo los instrumentos contruidos para tales propósitos. La generalización de la noción de observación, en Shapere, presupone hacer a un lado la distinción entre el carácter natural y artificial que encontramos, respectivamente, en los órganos de los sentidos y los instrumentos de observación. Para Shapere, en general, unos y otros son receptores, y no importa, por tanto, si son de una u otra naturaleza. No es el que sea natural o lo manufacture el hombre lo que define a un órgano o a un instrumento como un receptor, sino su disposición para recibir o capturar información. El tener esta disposición para recibir o capturar tal o cual información es lo que hace a un órgano o instrumento receptor de tal o cual información. Cuando esta disposición entra en función y el órgano o instrumento logra capturar información, a la acción de capturar tal información se le ha de llamar, conforme a los planteamientos de Shapere, observar. Una observación es, desde esta perspectiva, la recepción o captura de información por una entidad, ya sea natural o artificial.

El conocimiento en sí mismo no se constituye en observación, sino que, en cuanto ajeno o externo a la observación, caracteriza a cada una de las condiciones que hacen posible una situación de observación. Explica tanto la naturaleza del receptor de información como la naturaleza del emisor o fuente de información y la naturaleza del medio por el cual viajará la información. Al conocimiento detallado de los tres componentes que constituyen a la situación de observación, Dudley lo subdivide en tres teorías: 1) teoría de la fuente, 2) teoría de la transmisión y 3) teoría del receptor. La caracterización del conocimiento como teoría, en Dudley, sugiere cual detallado ha

de ser el conocimiento acerca de una situación de observación a fin que no quede la menor duda de lo que se observa.

A juzgar por el ejemplo que maneja Shapere, la teoría de la fuente no tiene como propósito más que revelar la naturaleza de un ente como fuente de un determinado tipo de información. En el caso del Sol, éste emite diferentes tipos de información; y sin embargo, para el ejemplo que en cuestión maneja, sólo interesa comprenderlo como fuente de neutrinos, y no como fuente de fotones. La teoría, como tal, precisa no sólo la naturaleza de los procesos involucrados en la emisión de un tipo determinado de información, sino que además identifica la región o lugar del que proviene o se emite la información o en el que se suceden los procesos involucrados con su producción. Es en correspondencia con la idea de que la información proviene de un determinado lugar o región del ser del objeto, que Shapere adopta el término "receptor" para referirse al ente que ha de capturar la información:

"La palabra "detección ( y "detector", la cual a veces uso como alternativa a la de "receptor") hace hincapié en que hay algo que está siendo "descubierto", revelado, como indica su etimología. ("receptor enfatiza que ese algo es interceptado, capturado, y que proviene de alguna otra parte. Puesto que mi interés reside en el papel que aquello que es capturado de esa manera juega como información acerca de la fuente de la que proviene, en general he preferido el término "receptor" al de "detector".)"<sup>7</sup>

A juzgar por el caso de los neutrinos, una teoría de la fuente puede ser una teoría muy específica sobre un aspecto de una determinada entidad. En el caso de los neutrinos, es una teoría no sobre el sol, sino sobre la región central del sol como fuente de un determinado tipo de información. En este sentido, la teoría de la fuente puede formar parte de una teoría más amplia que explica otros aspectos de una entidad. Cada uno de los aspectos de la entidad puede emitir un tipo específico de información; sin embargo, cuando se hace una observación específica, es un tipo

---

<sup>7</sup> Ibidem, p.512

específico de información el que se considera, la que proviene de una determinada región del *ser* o ente que se investiga. A este respecto, Shapere podrá afirmar que, mediante los neutrinos, se observa no al Sol, sino al centro de éste, y mediante los fotones, su superficie. La teoría de la fuente exige precisión en cuanto a la definición o delimitación de aquello que se observa.

Para Shapere, no cabe duda de que la información proveniente de la fuente, si bien no se identifica con ella (esto es, en el caso del centro del Sol, los neutrinos no lo constituyen), sí es un mensajero confiable de la misma. Los neutrinos delatan la serie de procesos que protagonizan las partículas y energía que constituyen al centro del Sol. La emisión de neutrinos, conforme a la física actual, es consecuencia de fusiones nucleares, de las cuales las más importantes, por el número en que suceden, son las fusiones entre los núcleos del hidrógeno para formar helio. La recepción o captura de neutrinos provenientes del Sol es, por tanto, prueba o evidencia de dichas fusiones nucleares que suceden en la región central de esta estrella. De acuerdo a esto, el centro del Sol es un gigantesco reactor nuclear donde se fusionan los elementos más ligeros para formar otros más pesados. Por la correspondencia que se supone hay entre la información y su fuente, la teoría de la fuente, al detallar la naturaleza de los procesos o entidades que emiten información, detalla las características de dicha información. No sólo es una teoría de las entidades que posiblemente existan, sino también una teoría de la naturaleza de la información que posiblemente emiten. En el ejemplo que describe Shapere, cada uno de los neutrinos-electrón de alta energía se debe a una interacción entre dos núcleos de hidrógeno que se encausa por una de las tres cadenas por las cuales se puede conducir esta interacción entre protones. La cadena por la que se encausa esta interacción que produce neutrinos-electrón de alta energía es la de la producción del isótopo radiactivo boro 8 ( $^8\text{B}$ )<sup>8</sup>, cuyo decaimiento libera precisamente a dichos neutrinos. Pero así como la descripción teórica de la naturaleza de la fuente permite prever teóricamente las características o

---

<sup>8</sup> Véase Dudley Shapere. Op. cit. p. 481



naturaleza de la información que emite, el detectar tal información permite revelar la existencia de su fuente. En la detección de la información se confirma la existencia de su fuente. Es sabido que un objeto es observado porque la luz que refleja viaja hacia los ojos. Y no sería observado si o bien no hubiera luz que incidiera sobre él y fuera, por él, reflejada hacia el sujeto o bien, habiendo luz, ésta pasara a lo largo de él sin sufrir la menor alteración en la dirección de su viaje. Sería un tanto imposible saber de la existencia de algo si este algo no emitiera o reflejara ningún tipo de información. En la información, el *ser* o la existencia de la cosa se comunica. A través del órgano de la vista sabemos de la existencia de algo porque lo observamos. La certeza de la existencia de algo está en ser observado. La confianza de que la región central del Sol es un gigantesco reactor nuclear en el que se realizan innumerables fusiones nucleares está en la detección de neutrinos provenientes de esa región. Para Shapere, la detección de neutrinos es un comunicado de lo que sucede en la región central del Sol, esto es, una observación de lo que ahí sucede.

Shapere establece dos condiciones para que algo sea observado. Señala que "*x es directamente observado si: 1) Se recibe información (o puede recibirse) por medio de un receptor apropiado; y 2) esa información es (o puede ser) transmitida directamente, es decir, sin interferencia, desde la entidad x (que es la fuente de la información), hasta el receptor*"<sup>9</sup>. La teoría de la transmisión, a juzgar por la segunda condición, tiene como propósito detallar las características o naturaleza del medio o los medios a través de los cuales viaja la información, a fin de ubicar los posibles obstáculos que podrían interferir en el viaje de ella; detrás de la teoría de la transmisión está el propósito de determinar qué tanto el viaje de la información está libre de instancias que trastoquen su identidad y garantizar, con ello, que llega al receptor tal cual fue emitida por la fuente. En una teoría de la transmisión, por tanto, se ha de señalar los diferentes tipos de instancias que se encuentran presentes en el medio por el que viajará la información. Asimismo

---

<sup>9</sup> Ibidem, p. 488

se ha de señalar el porcentaje en que se encuentra presente cada uno de los diferentes tipos de instancias en el medio y el tipo de efecto que pueda producir en ella. Detallados todos estos aspectos que corresponden al medio por el que viaja la información, es posible determinar tanto la posibilidad de que la información recibida por el receptor sea la misma que la que fue emitida por la fuente como la cantidad de información que cabría esperar llegue al receptor. En los ejemplos específicos que aborda Shapere, para las situaciones de observación que se plantean en el marco de la astrofísica, la teoría de la transmisión tiene como fin establecer que las diferentes partículas que emite el Sol que se consideran para diferentes situaciones de observación específicas conserven su energía de emisión. La información no es la partícula misma, sino todos aquellos aspectos que con ella se relacionan, tales como su longitud y frecuencia de onda. Conforme al planteamiento que hace Shapere, no es posible observar (al menos directamente) el centro del Sol mediante los fotones que se producen en él en virtud de que éstos se encuentran en un medio adverso en el que es absorbido y re-emitido o disperso durante un lapso de tiempo entre 100 000 y 1000 000 años, tiempo después del cual el fotón llega a la superficie solar y puede ser emitido al espacio interestelar pero sin sus características originales. A este respecto, señala Shapere, “ lo que surgió en las regiones donde se produce la energía como un rayo gama con longitud de onda corta y de muy alta frecuencia, emerge finalmente en la superficie solar en la forma de luz con longitud de onda larga y con relativa baja frecuencia”<sup>10</sup>. Es de apreciar que, si la radiación gama que se produce en el núcleo solar son fotones de alta energía (esto es, de corta longitud y alta frecuencia) y los fotones que emite la superficie solar son los mismos pero con larga longitud y baja frecuencia, éstos no son buenos informantes de lo que sucede en el centro solar en virtud de que modifican su longitud y frecuencia de onda en su viaje a la superficie. A diferencia de los fotones, los neutrinos, por su carga neutra, difícilmente o muy poco probablemente interactúan con su

---

<sup>10</sup> Ibidem, p. 487

entorno, característica que los hace informantes confiables de lo que sucede al interior del Sol. La teoría de la trasmisión, junto con la teoría de la fuente, tiene por objetivo entender la naturaleza y características de la información que emana de la fuente y comprender las condiciones en las que dicha naturaleza y características se mantienen imperturbables en su viaje hacia el receptor.

De los tres componentes que constituyen una situación de observación, el receptor es el que juega el papel central. En el receptor recae la tarea de confirmar tanto la existencia de la fuente como la naturaleza de la información que emite. Si el receptor no capta la información que se supone ha de captar; una de dos, o bien el receptor no funciona adecuadamente y, por tanto, es insensible a la información que debiera captar o bien funciona correctamente conforme a las especificaciones teóricas y tecnológicas de su manufactura pero la información que debiera captar no existe. A fin de que estas dos posibilidades sean descartadas y se tenga la confianza de que el receptor ha de captar la información que se supone emite la fuente, ha de tenerse un conocimiento detallado de las características o propiedades que ha de tener el receptor a fin de realizar su función de recepción de un cierto tipo de información. La teoría del receptor es un sistema de conocimientos que se refieren a las características o propiedades que ha de tener un determinado instrumento o artefacto a fin de captar cierto tipo de información. Para Shapere, las propiedades que ha de tener el receptor no es una mera ocurrencia del científico. El tipo de artefacto que se desarrolle como receptor depende, entre otras cosas, de costos, pero sobre todo, de las características de la información que se ha de captar. Por mera analogía, considérese que un buen día un botánico y zoólogo llega a la periferia de un lugar inaccesible al hombre, del cual, a juzgar por sus características visibles y tipo de clima, sospecha esconde una flor silvestre rara y pocas veces vista, de la cual se alimenta un animal también raro y muy escurridizo. Nuestro botánico y zoólogo conoce, sin embargo, las características físicas o anatómicas de dicho animal y de su actitud de rehuir a la presencia humana. Gracias a dicho conocimiento, nuestro personaje diseña un

artefacto con las características apropiadas para atrapar a tal animal (características tales como tamaño, forma y materiales requeridos). La importancia del conocimiento es tal que, sin él, no podría haber construido una trampa con las características requeridas para el propósito, una trampa que tuviera la dimensión y fortaleza necesaria para contener al animal en cuestión. El caso de este botánico y zoólogo nos muestra que, así como éste logra construir, gracias a conocer características del animal, una trampa apropiada para él, el conocimiento de las características de la información que se pretende atrapar es fundamental e imprescindible en el diseño y construcción de un receptor apropiado para ella. Las características que ha de tener éste dependen de las características de la información que se pretende captar. En el caso específico de las características que tiene el receptor de neutrinos solares, éstas, como lo hace notar Shapere, dependen de las características mismas de los neutrinos, que para el caso son las que señala Penrecovo<sup>11</sup>.

Es claro, pues, que las situaciones de observación distintas a las que participan los órganos de sentidos (en las que no es necesario saber de la fuente, de la información que emite o refleja y del órgano que la capta) requieren de la construcción de instrumentos que han de fungir como receptores de información. En tales casos, el conocimiento permite tan sólo disponer de las propiedades o cualidades de determinados materiales o sustancias en un sistema que ha de tener la función de captar información de su entorno. El funcionamiento del receptor se debe a las propiedades de sus partes, y no en sí al conocimiento que revela tales propiedades. Un edificio, a este respecto, por ejemplo, es resistente no porque sepamos que el acero del que está hecho sea resistente, sino porque tal material posee en sí mismo dicha propiedad. Así como el conocimiento de la resistencia del acero permite integrarlo a la solidez y estructura del edificio, así también el conocimiento de las propiedades de ciertos materiales permite integrarlos a la estructura y funcionamiento de los artefactos como receptores apropiados. Es por las propiedades de sus

---

<sup>11</sup> Véase *Ibidem*. pp.500-502

materiales que un artefacto funciona como receptor y no por el conocimiento que permite construirlo. El conocimiento, para Shapere, hace posible una situación de observación, entre otras cosas, porque permite construir receptores apropiados para un determinado tipo de información y no porque sea la observación misma. En la teoría de la observación de Shapere, así como el ojo es un receptor de información que no requiere de ningún tipo de conocimiento para construirlo y hacerlo funcionar como tal, queda abierta la posibilidad de que haya tantos otros receptores naturales que ni siquiera sepamos de su existencia, pero que, sin embargo, en este momento estén captando la información que les corresponde captar. Y es que, para Shapere, la observación se ubica “dentro de la categoría general de interacción”<sup>12</sup>, y desde esta perspectiva, por ejemplo, cualquier interacción es una observación en tanto que puede ser utilizada con fines cognitivos, esto es, de cualquier interacción puede el hombre obtener información a fin de contrastar creencias. En Shapere, sin embargo, hay dos sentidos en los que se hace uso del término observación. En un primer sentido, en un sentido débil, cualquier interacción es una observación en tanto que puede proporcionar información; y en un sentido fuerte, sólo aquellas interacciones de las que efectivamente se toma o utiliza su información son observaciones. A esta diferencia de sentidos se refiere Shapere en los siguientes términos:

“La distinción entre observación y otras interacciones reside sólo en el uso que nosotros hacemos de ciertas interacciones que hemos encontrado en la naturaleza; y esa distinción puede hacerse más claramente si se llama la atención sobre ese uso por separado y no si se añade a las condiciones 1) y 2) una tercera, cuya diferencia con las anteriores tendría todavía que enfatizarse para evitar que se opacara la importancia fundamental de aquellas”<sup>13</sup>.

De este modo, lo que en general hace el ojo al captar la información lumínica que proviene de la fuente es hacer una observación; por lo cual en todo momento, mientras esté en activo, el

---

<sup>12</sup> Ibidem, p. 509

<sup>13</sup> Ibidem, p. 510

ojo hace observaciones. Pero de todas las observaciones que hace el ojo, a las que propiamente se les llama como tal son las que sirven para apoyar creencias. Como se aprecia en la anterior cita, lo fundamental o esencial en la observación está en la interacción entre el receptor y la información que capta sin alteraciones de la fuente, y a ello sólo se le ha de agregar como accesorio una tercera condición, a saber: la de que la información ha de ser transformada por dispositivos apropiados en información accesible a los seres humanos, la cual (eventualmente) es percibida (y usada apropiadamente como información) por seres humanos<sup>14</sup>.

Es precisamente con base en la interacción entre el receptor y la información que Shapere suma al universo de las observaciones no sólo a aquellas interacciones entre información electromagnética y un receptor apropiado sino también a aquellas interacciones que tienen relación con el resto de las fuerzas fundamentales de la naturaleza, conocidas como interacción gravitacional, fuerte y débil. Para Shapere, pues, por ejemplo, hay o puede haber receptores apropiados, ya sean naturales o artefactos contruidos, que capten las interacciones fuertes que mantienen cohesionado el núcleo atómico y observar con ello lo que en él acontece. Con la teoría de Shapere se abre la posibilidad de que, por ejemplo, los hoyos negros sean observados, si no a través de información electromagnética, sí a través de alguno de los tres tipos restantes de información.

---

<sup>14</sup> Cfr. *Ibidem* 509

## LA OBSERVACION COMO “VER CON”

En su obra “Representar e intervenir”<sup>1</sup>, Ian Hacking hace una escueta exposición de lo que considera es la observación. Su breve exposición responde a la inquietud de precisar lo que ella no es. Y es que para este filósofo de la ciencia no es nada problemático señalar lo que es la observación, pues la naturaleza de ésta es en gran parte de dominio común. Por su manera de entender el asunto, si el sentido común nos revela y dice lo que es la observación, “sería tonto discutir acerca del significado usual de la palabra “ver””<sup>2</sup>. En su ensayo, no merece mayor atención lo que el sentido común nos muestra de la observación, sino lo que el sentido filosófico nos dice de ella. A este respecto habrá dos tipos de cosas que dirá Hacking entorno a la observación: 1) las que se le atribuyen pero no le corresponden, y 2) las que le corresponden pero no se le atribuyen. Si hay algo realmente problemático en el sentido filosófico de entender lo que es la observación, es el de agregarle como si fuera de ella lo que no es parte de ella y restarle como si no fuera de ella lo que es parte de ella. Si para “Lord Kelvin un fenómeno no se conoce hasta que no se ha medido y convertido en números”<sup>3</sup>, para Hacking, puede decirse, la observación no se conoce hasta que no se tenga exactamente lo que es; ni más ni menos, sino tan sólo lo que es.

Inmediatamente al inicio de su exposición sobre este tema, Hacking hace mención de dos modas filosóficas que han tergiversado varios hechos del sentido común sobre la observación, a

---

<sup>1</sup> Ian Hacking, *Representar e intervenir*, ed. Paidós, México, 1996

<sup>2</sup> Cfr. Op. cit., pp. 195 y 236

<sup>3</sup> Véase *Ibidem*, 270.

saber, el semanticismo quineano que sugiere hablar no acerca de la observación, sino acerca de la manera como se habla de ella y la ponderación de la teoría sobre la observación que sugiere una determinación de la primera sobre la segunda. En su disertación Hanson concibe a la observación como una amalgama de imágenes y lenguaje<sup>4</sup>, abriendo con ello la puerta a las concepciones que la consideran como un acto de enunciar o decir oraciones. De acuerdo a esta forma de concebirla, ésta, en cuanto que distinta al proceso de recepción de información y formación de imágenes, no es ni siquiera la contemplación pura de la imagen o del dato. Si observar es darse cuenta del dato o la imagen, este darse cuenta no es posible sin una estructura lingüística. La estructura lingüística, pues, conforme a esta forma de entender la observación, es como el ojo de la mente a través del cual el yo contempla la imagen o el dato, y sin ella, aunque la imagen o el dato esté frente a uno, no es contemplado. El semanticismo quineano, inaugurado por Hanson, concibe a la observación como una actividad del lenguaje y, por tanto, considera que la imagen o el dato sólo adquiere sentido en el término o en la oración. Pero lo que hay en el fondo de esta propuesta es que los términos u oraciones que utiliza el sujeto para describir la imagen que contempla no son arbitrarios, sino que corresponden de manera necesaria a la imagen. Así pues, quien usa el término "caja" para referirse a la ilustración constituida por las 12 líneas rectas que presenta Hanson<sup>5</sup> contempla una imagen distinta del que usa el término "cubo" para referirse a la misma. Es el estrecho vínculo entre la imagen y el término u oraciones que la describen el que autoriza a filósofos como Quine afirmar la conveniencia de abordar la manera de hablar de la observación, más que la de abordar a la observación misma. Para quien trata de analizar el papel de la observación en la ciencia, -frente a la subjetividad de la contemplación de la imagen y la intersubjetividad del discurso que la describe- es preferible abordarlo a través del lenguaje. Para

---

<sup>4</sup> Norwood Russell Hanson, Op. cit., p.246

<sup>5</sup> Nos referimos a la ilustración de la p. 224, Op. cit.



Hacking, la moda instaurada por los positivistas de preferir a los informes científicos sobre las observaciones científicas se debe a que el positivista, fiel a sus principios, rechaza lo metafísico. Para el positivista, uno puede saber lo que el otro observa, no porque pueda acceder a su contemplación de la imagen, sino porque puede acceder al discurso que describe a la imagen que contempla. Para Hacking, en cierto modo, no es necesario entrar en el cuerpo del otro para tener su contemplación de algo cuando en carne propia puede tener la misma contemplación de ese algo. Si bien Hacking no le resta importancia al papel del informe en la ciencia, tampoco está dispuesto a que se quiera reducir el informe a la observación<sup>6</sup>. El informe científico puede dar a conocer las observaciones hechas por el científico, pero no es la observación misma. Para Hacking, los supuestos de que la imagen tenga sentido en el término u oraciones que se asocian a ella y el de que la contemplación de la imagen del otro sea accesible sólo a través del discurso o el informe llevan a confundir una por otra cosa.

Hay, sin embargo, al menos un supuesto más que refuerza esta confusión y al que Hacking intentará desmentir<sup>7</sup>. Uno de los puntos que, a los ojos de Hacking, hacen del ensayo de Dudley Shapere el mejor de los ensayos sobre la observación de los últimos tiempos es el de que “lo que cuenta como una observación depende de la teoría en uso”<sup>8</sup>. Como lo vimos en la sección anterior, para Shapere, una situación de observación, en la que no participe alguno de los cinco sentidos como receptor, es posible sólo gracias a tres tipos de teorías: 1) teoría de la fuente, 2) teoría de la transmisión y 3) teoría del receptor. Por medio de estas teorías es posible especificar la naturaleza de la información que emite determinado ente, el tipo de factores que pueden interferir y trastocar la información emitida por el ente en cuestión, y diseñar y construir el receptor apropiado que capte la

---

<sup>6</sup> Cfr. Hacking, Op. cit. pp. 209-210

<sup>7</sup> Una buena parte de su ensayo sobre la observación, Hacking la dedica a demostrar que observación y experimentación no son la misma cosa.

<sup>8</sup> *Ibidem*, 199.

información sin interferencias que pueda a él llegar. Así pues, cuando Shapere afirma que lo que cuenta como observación depende de la teoría en uso, lo que afirma es que no puede haber recepción de información si no se cuenta con receptores apropiados que la teoría y la tecnología provean a la investigación. La teoría, a este respecto, se refiere, entre otras cosas, a las características que ha de reunir el receptor a fin de que funcione como tal, haciendo a un lado aquellas características que no sean esenciales al funcionamiento del instrumento como receptor. El diseño del ojo por la naturaleza tan sólo nos permite ver, y no tiene ninguna relación con el uso que quiera dársele o ver lo que cada cual ve. Siendo sanos los ojos, realizan inevitablemente su función y, por ello, no puede evitarse ver lo que está frente a ellos o ver lo que se ve con ellos. La teoría, desde la perspectiva de Shapere -que comparte Hacking-, sólo determina que un tal instrumento capte cierta información y no determina que dicha información sea presentada de una u otra forma. El microscopio, por sus características, lo mismo sirve para quien sabe de óptica como para quien no sabe de ella, ya sea un biólogo o cualquier otro profesionalista que tan sólo tenga la habilidad de manipularlo. Para Hacking, siguiendo a Shapere en su teoría del receptor, la teoría se relaciona con la fabricación de instrumentos que permiten superar las deficiencias de los sentidos en su alcance y profundidad de percepción. Si bien Hacking relaciona la observación con la experimentación, claramente distingue a una de la otra<sup>9</sup>. Para él, la observación no es propiamente experimentación. En este orden de ideas, la observación, con respecto a instrumentos receptores, es la recepción de información que efectúan éstos; en tanto que la experimentación, respecto a los mismos instrumentos, es, entre otras cosas, la manipulación que se hace de éstos por parte del científico. Una cosa es, por ejemplo, la manipulación de sustancias, combinando a unas con otras, y otra cosa es presenciar la reacción que tiene una sustancia al combinarla con otra. Una cosa es calibrar y ajustar instrumentos para que realicen de una manera específica su función receptora de

---

<sup>9</sup> Cfr, Op. cit. p.213

información, y otra cosa es la recepción de información que efectúa el instrumento bajo determinado ajuste. Para este pensador, pues, una cosa es actuar o intervenir de una manera específica sobre una determinada entidad (esto es, experimentar sobre ella), y otra cosa es presenciar o percibir la respuesta de tal entidad a tal intervención. En este sentido, Hacking distingue la observación de la construcción y manipulación de instrumentos receptores de información y, con ello, fijará los límites que tiene la teoría en la observación. La teoría podrá dictar las características que ha de reunir el receptor a fin de que funcione como tal o prescribir el trato que se le ha de dar a la fuente de información en el afán de obtener respuestas de ella, pero no podrá determinar la respuesta que finalmente dará ésta y que ha de presenciarse si se le presta la debida atención. Cuando Hacking asevera que “la observación y el experimento no son la misma cosa, ni siquiera los polos opuestos de un continuo”<sup>10</sup>, se está manifestando contra el supuesto que presenta a la observación como una manipulación. Para él, la observación no es ni manipular (o intervenir) al ente que se observa ni hacer tales o cuales operaciones con determinado instrumento (ni mucho menos construir tal o cual instrumento). Si bien estas son instancias que hacen posible la observación, no son sino condiciones externas a ella, que forman más bien parte la experimentación. Sin embargo, si se toma a la experimentación por observación y se acepta que la teoría la determina en cuanto que dicta las operaciones que se han de realizar tanto con el instrumento de observación como con el ente que se observa, el supuesto de que “el lenguaje le da sentido a lo observado” cobra mayor plausibilidad; pues a fin de cuentas una teoría se organiza a través de términos y oraciones. No es casual que Hacking reafirme “la perogrullada de que experimentar no es describir o informar, sino hacer —y no hacer cosas con palabras—”<sup>11</sup> cuando hay quienes insistentemente consideran a la observación, por un lado, como una amalgama de lenguaje

---

<sup>10</sup> Ibidem, p. 202

<sup>11</sup> Idem.

e imagen y, por otro, como experimentación. Para Hacking hay tres cosas que no debieran confundirse pero que se confunden y sobre las que hay que insistir sus diferencias. Una clara distinción de estas tres cosas la hace cuando se refiere al famoso experimento que fue antesala de la teoría de la Relatividad:

“El experimento Michelson-Morley tiene el merito de ser bien conocido... El informe publicado más importante del experimento de 1887 tiene 12 páginas. Las observaciones fueron hechas en el curso de unas cuantas horas el 8, 9, 11 y 12 de julio...Es común usar la etiqueta “el experimento de Michelson-Morley” para referirse a una serie de trabajos intermitentes desde el éxito inicial de Michelson en 1881 (o incluso antes, tomando en cuenta unos cuantos fracasos iniciales) hasta abarcar el trabajo de Miller en los años veinte de este siglo. Se podría decir que el experimento duró medio siglo, mientras que las observaciones duraron un día y medio”<sup>12</sup>

Si no es claro que son cosas distintas la manipulación de instrumentos y/o entidades a estudiar, la presencia de lo que con ello resulte y su informe, Hacking marca de una manera inequívoca, para el caso del experimento Michelson-Morley, dichas diferencias, a saber: 12 páginas de informe, un día y medio de observaciones y medio siglo de experimentaciones. Para Hacking, pues, la observación no es ni hacer cosas ni decir cosas, sino tan sólo presenciar cosas. La teoría, por tanto, podrá sugerir que cosas hacer o que términos u oraciones usar para expresar o describir las cosas que se presencian pero ni una ni otra acción se refieren a una carga teórica de la observación. Pero si acaso existiera una carga teórica de la observación, ésta consistiría en la atención que se le presta a uno u otro aspecto de un todo influenciada por una teoría: “Sin lugar a dudas, la gente tiende a prestarle atención a cosas que son interesantes, sorprendentes, etcétera, y tales expectativas e intereses son influidos por las teorías en las que se cree: pero esto no quiere

---

<sup>12</sup> Idem

decir que deberíamos despreciar la posibilidad de un observador puro”<sup>13</sup>. Y un ejemplo inequívoco de esta carga teórica de la atención se presenta en la siguiente afirmación: “Gracias a la enorme profundidad de foco de un microscopio electrónico, es natural ver la imagen en una gran superficie plana para que todos los interesados puedan situarse alrededor y señalar lo que les parezca interesante”<sup>14</sup>.

Aunque el ensayo sobre la observación de Hacking es primordialmente una disertación sobre lo que no es la observación, en él no es poco lo que se afirma sobre lo que sí es. Por un lado, es una reivindicación de la teoría de Shapere, en tanto que recupera el sentido en que éste afirma que “lo que cuenta como observación depende de la teoría en uso” y porque encuentra en ella el inicio del análisis correcto sobre la observación que merece mantenerse en un examen ulterior de la observación. Pero, por otro lado, también es un esfuerzo por contener el liberalismo de Shapere. Hacking califica como liberales y alegres los usos del término “observación” como lo hace Shapere en su ejemplo de observar el interior del Sol a través de neutrinos o como lo hacen algunos físicos de altas energías cuando afirman cosas como las siguientes: los fermiones son aquellas partículas fundamentales con momento angular de  $1/2$ ,  $3/2$ , que obedecen la estadística de Fermi-Dirac.... “de esos fermiones, sólo el quark  $t$  no ha sido visto. La imposibilidad de observar estados  $t\bar{t}$  en aniquilación  $e^+e^-$  en PETRA sigue siendo un enigma”<sup>15</sup>. ¿Pero, específicamente, cuáles son los aciertos y desaciertos que pudiera estar considerando Hacking en la teoría de Shapere? o, para decirlo en otros términos, ¿qué aspectos de la teoría de la observación de Shapere toma Hacking en su teoría y qué otros rechaza? Y más aun, ¿bajo qué aspectos de su teoría de la observación califica y rechaza los aspectos que rechaza de la teoría de Shapere? Al evaluar la

---

<sup>13</sup> Ibidem, p. 207

<sup>14</sup> Ibidem, p. 236

<sup>15</sup> Cfr. Ibidem, pp. 210, 211 y

teoría de Shapere. Hacking delinea implícita o explícitamente aspectos de su teoría de la observación.

Así pues, entre los aspectos de la teoría de Shapere que adopta e incorpora en su propia concepción de la observación se encuentran los que caracterizan a una observación como directa: "x se observa directamente si (1) la información se recibe por medio de un receptor apropiado y (2) esa información se transmite directamente, sin interferencia, de la fuente de información al receptor"<sup>16</sup>. Como Shapere, Hacking considera a la observación como una situación en la que participan tres instancias: 1) la fuente, 2) la información que ésta emite y 3) el receptor de la información. Y más aún, al igual que aquél, reconoce una amplia gama de características de la información y tipos de información a través de las cuales es posible observar una determinada entidad. Para él, por ejemplo, es prácticamente plausible diseñar y construir los microscopios más sofisticados y potentes tomando en consideración para ello cualquier característica de las ondas electromagnéticas o, inclusive, de ondas sonoras.

Sin embargo, aun cuando Hacking le reconoce a Shapere el mérito de señalar las características o condiciones de lo que es una observación directa, parece exigirle algo más. Para él, en una observación, no basta con que la información llegue sin interferencias al receptor; se requiere además que dicha información sea codificada de tal manera que sea presentada como una imagen de su fuente. Y es que en la teoría de Shapere parece haber una imprecisión en cuanto a lo que se observa. Aunque de hecho afirma que lo que se observa es la fuente, formalmente su teoría afirma algo distinto. Siendo consecuente con su teoría, Shapere debiera afirmar que lo que se observa es la información que emite la fuente. En el caso de los neutrinos solares, no debiera afirmar que se observa la región central del Sol, sino afirmar que lo que se observa son los neutrinos provenientes de esta región del Sol. Para Hacking, si se ha de afirmar que se observa la

---

<sup>16</sup> *Ibidem*, p. 211

fuente de información tomando los méritos de la teoría de Shapere, se le ha de exigir una tercera condición, a saber, la de tener una imagen de la fuente a partir de la información que emite. En la consideración de Hacking, es una limitación en la teoría de Shapere el que, reconociéndose una correspondencia entre la información que capta el receptor y la fuente que la emite, no se exija tener una imagen de esta última. En el caso concreto que presenta Shapere, la captura de neutrinos por el tanque de percloroetileno delata la existencia de las fusiones nucleares que los liberan, pero no nos informa de la región del Sol en la que suceden, esto es, no presenta una imagen de la forma y dimensión de la región en la que suceden las fusiones nucleares que liberan neutrinos. Si los neutrinos liberados en la región central del Sol traen consigo información de ésta, uno -al igual que, como veremos, Hacking- esperaría que los mismos neutrinos dibujen o delinee una imagen de la región central del Sol. A este respecto la actitud de Hacking es la de Bichar, quien en 1800 prohibió el microscopio de sus cuartos de disección, al considerar que no permitían observar la estructura de los especímenes estudiados<sup>17</sup>. Por las mismas razones que Hacking apoya a Bichar en su actitud de proscribir los microscopios de sus laboratorios, invitaría a Shapere a no considerar del todo como una observación de la región central del Sol a la recepción de neutrinos por el tanque de percloroetileno. Una mala imagen (o imagen borrosa) es poco menos que no tener imagen de la cosa o entidad que se pretende observar. Sin una imagen de lo que se observa, es cuestionable lo que se observa o, más aún, que lo que se lleva a cabo sea una observación.

El liberalismo de Shapere está en eliminar la condición que restringe el universo de las observaciones a la recepción de información que corresponde a un formato inteligible al ser humano, como es el caso de las imágenes. Si para Shapere el universo de las observaciones se encuentra claramente definido o delimitado por (1) la información que se recibe por medio de un receptor apropiado y (2) por que esa información se recibe sin interferencias, para Hacking ese

---

<sup>17</sup> Cfr. *Ibidem*, p.238

universo se reduce al considerar la condición que el liberalismo de Shapere suprimió, a saber, “3) que la información es transformada por dispositivos apropiados en información accesible a los seres humanos. la cual (eventualmente) es percibida (y usada apropiadamente como información) por seres humanos”<sup>18</sup>. La postura de Hacking, sin embargo, no va encaminada a menospreciar el papel que juegan los instrumentos receptores en la actividad científica, sino que pretende ponderar la presencia de los receptores naturales del hombre en el proceso cognitivo que lleva a cabo la ciencia. Para Hacking, los receptores de información no realizan observaciones al captar información de la fuente, sino los científicos que los utilizan. La situación es que, en la ciencia moderna, ni los receptores naturales pueden prescindir de los receptores artificiales ni éstos pueden hacer a un lado a aquellos. Unos y otros son protagonistas de recepciones de información que se presuponen mutuamente. Si –como le reconoce Hacking a Bacon- “los instrumentos favorecen la acción inmediata de los sentidos”, un mejor instrumento no tiene sentido si no mejora efectivamente la acción de los sentidos, esto es, si no incide directamente sobre la acción de éstos. Podrá estar Hacking de acuerdo con Shapere en que los instrumentos de observación son imprescindibles en la ciencia y que la acción de éstos es genéricamente similar a la de los sentidos, pero no está dispuesto a conceder que la recepción de información por el instrumento sea por sí sola una observación. Más que la recepción de información por el instrumento, es la recepción de información por los sentidos lo que es propiamente la observación. Si por ejemplo “el aumento del sentido de la vista o la rectificación del mismo”<sup>19</sup> (esto es, la mejoría de la acción de la vista) es un efecto de la acción del instrumento, no puede haber mejoría sin la acción de los instrumentos o, si la hay, sin la exposición de los sentidos a ella. A diferencia de Shapere, para quien la recepción

---

<sup>18</sup> Shapere. Op. cit. p. 509

<sup>19</sup> Hacking ejemplifica con ello el beneficio de los instrumentos sobre la acción de los sentidos, *Ibidem*, p. 197. Beneficio que, para el caso de la vista, reconoce en los siguientes términos: “el ojo sin ninguna ayuda no ve ni muy lejos ni muy profundamente... Una manera de extender los sentidos es con el uso de telescopios y microscopios cada vez más imaginativos”, *Ibidem*, p. 210



de información por un instrumento ya es en sí una observación, Hacking considera a la observación como una acción mejorada de los sentidos por los instrumentos, es decir, la mejor recepción de información por los sentidos a causa de la exposición de éstos a la recepción de información que hacen los instrumentos.

Sin embargo, aun cuando uno difiere del otro a este respecto, en cuanto a la tesis de que “el científico pueda hacer observaciones aun cuando no esté presente al momento que el instrumento recibe la información” no necesariamente hay una diferencia de posturas entre ambos. Es más, Hacking consiente sin mayores dificultades esta tesis de Shapere, sin poner en peligro el número de observaciones que pudiera considerar este último en su generalización del concepto de observación. Conforme a la preferencia que tiene Shapere por el término “receptor”, frente al término “detector”, un instrumento de observación, en cuanto receptor, captura la información que a él llega o, lo que es lo mismo, la información no va de paso por el instrumento. Es precisamente el hecho de que la información quede capturada por algún dispositivo del instrumento lo que le da a éste el carácter del receptor y lo que hace posible que se pueda disponer dicha información en cualquier momento. En caso contrario, si la información no quedase atrapada en algún dispositivo del instrumento de observación, el receptor humano tendría que estar al pendiente para cuando suceda el acontecimiento que espera que suceda. Así pues, un microscopio o un telescopio desprovisto de algún componente que le permita grabar (o capturar) de manera continua el caudal de información que a él llega obligaría al científico a estar pegado a él. ¿Qué tanto sirve un microscopio a un biólogo que pretende observar ciertos procesos biológicos de la célula si cada vez que suceden dichos procesos no está presente para observarlos a través del ocular del microscopio?, o si alguna vez sucede lo que esperaba que sucediera y tuvo la suerte de tener sus ojos frente al ocular. ¿quién puede creerle que sucedió lo que sucedió y vio lo que vio? El receptor, en el sentido que lo entiende Shapere, no sólo libera al científico extenuantes horas de

trabajo, sino que pone al alcance de un basto público la información que sus instrumentos son capaces de detectar. De este modo tenemos que para cada captura de información por un receptor hay al menos un receptor humano que ha de captar la información capturada. Un instrumento desprovisto de captador de información es inútil cuando no se hace uso de él en el momento oportuno que detecta la información que interesa presenciarse. Y un instrumento provisto de captador es inútil si nadie se da tiempo para captar la información que captura. El instrumento sólo tiene sentido cuando su información capturada es captada por el receptor humano. Para Hacking, pues, un receptor en uso es aquel que provee de información al sentido y provoca con ella su actividad receptora. Es a esta actividad receptora del sentido a la que este filósofo de la ciencia se refiere propiamente como observación. Es en virtud de que el instrumento o aparato receptor se encuentra entre la fuente y el receptor humano que Hacking afirma verse u observarse cosas con instrumentos: "Si bien existe el concepto de "ver a simple vista", los científicos rara vez se restringen a observar de esta manera. Por lo general observamos objetos o sucesos con instrumentos. Las cosas que se "ven en la ciencia del siglo veinte muy pocas veces pueden verse directamente sin ayuda de aparatos"<sup>20</sup>. Como puede apreciarse en esta cita, Hacking ubica la acción de observar no en el instrumento, sino en su usuario o científico. El instrumento, sin embargo, es imprescindible en la observación del científico y, por tanto, no puede menospreciarse el papel que juega en la actividad receptora del científico. Así pues, dado que cada observación científica se realiza con instrumentos, a cada instrumento en uso le corresponde al menos una observación, o varias si la información que provee se hace pública.

Si bien Hacking no reduce la observación a la actividad receptora del sentido de la vista, cuando de ésta se trata no es condescendiente con Shapere en cuanto a lo que se ha de considerar como algo visible. Un instrumento que, como el que pone de ejemplo Shapere, tan sólo contabilice

---

<sup>20</sup> *Ibidem.* p. 196

los neutrinos que captura, aunque presenta información al científico, no la presenta en forma de imagen. El clic provocado por cada neutrino capturado o el número en un tablero que indica cuantos neutrinos fueron capturados no suscitan una imagen que corresponda a lo que es la región central del Sol. Si bien Hacking está de acuerdo con la propuesta de Shapere de considerar a cualquier tipo de interacción como un informante confiable de la fuente que la emite, no parece estar dispuesto a aceptar la simple detección de información como imagen de la fuente. En un sonido o en un símbolo numérico no vemos la estructura que tiene el núcleo solar. En el análisis que hace Hacking sobre el funcionamiento de los microscopios, critica a aquellos que consideran que mediante estos instrumentos no observamos. De acuerdo a éstos, no ve a través de un microscopio en virtud de que en éste están involucrados factores distintos de los que permiten al ojo ver:

“Se demuestra que la visión microscópica es *sui generis*. No hay ni puede haber comparación entre la visión microscópica y la macroscópica. Las imágenes de objetos diminutos no se delimitan microscópicamente por medio de las leyes ordinarias de la refracción; no son resultados diópticos, sino que dependen en su totalidad de las leyes de difracción”<sup>21</sup>

Sin embargo, no es fundamental un determinado aspecto de la luz ni un tipo específico de luz para ver u observar. Más aun, por la generalización de Shapere que acepta, ni siquiera sería fundamental para ello que fueran interacciones electromagnéticas las que hagan visible a una entidad, como es el caso del microscopio acústico. Aunque el sonido no es el tipo de estímulo que excite el órgano de la vista, el sonido de alta frecuencia que produce el dispositivo electrónico que forma parte del microscopio acústico interactúa con el objeto que se pretende observar. El sonido reflejado por el objeto es captado por otro dispositivo del microscopio que traduce el sonido en señales electrónicas que se transforma en una imagen digital que se proyecta sobre una pantalla. Y

---

<sup>21</sup> Ibidem, p. 216

la luz que emana de la pantalla es la que finalmente se proyecta sobre el ojo. La información que emana de la pantalla, que delata la estructura de la entidad sobre la que se hace incidir el sonido de alta frecuencia, y que a su vez capta el ojo es a lo que Hacking llama imagen. Al referirse al término imagen destaca que: "A veces denota algo que se puede señalar, una forma proyectada en la pantalla, en una micrografía o en lo que sea; pero en otras ocasiones denota algo así como la información que entra por el ojo"<sup>22</sup>. Lo fundamental en ver u observar con un instrumento es que el tipo de entidad que se lance a o emane de otra capte el mismo patrón de interacciones del que capta la luz que hace posible el ver a simple vista. A esto refiere Hacking cuando cita al microscopista que considera que se ve con el microscopio: "Obviamente, la imagen es un efecto puramente óptico....La "mismidad" del objeto y de la imagen implica, de hecho, que las interacciones físicas con el rayo de luz que hacen el objeto visible al ojo (o que lo harían visible si fuera suficientemente grande) son idénticas a las que llevaron a la formación de la imagen en el microscopio". El sentido que aquí se da al término interacción no es el que corresponde al de fuerza fundamental, sino al de información que recoge una determinada entidad de otra después de entrar en contacto con ella. La idea que a este respecto tiene Hacking es más o menos la siguiente. Imaginemos por ejemplo lejos de nosotros a una entidad que no logramos ver y queremos visualizar la forma que tiene la cara que da a nosotros. Imaginemos que sólo sabemos la longitud horizontal que tiene la cara. Con tal dato dispondremos de una línea de hombres de igual longitud a la longitud horizontal de cara y la cual se encuentra colocada perpendicularmente a hombres alineados perpendicularmente a la dirección que han de moverse para encontrarse con la entidad. A cada uno de estos hombres, con iguales características se le da la orden de moverse a la misma velocidad constante y retornar en cuanto toquen a la entidad. De este modo, si todos ellos regresan en una formación lineal que se dispone perpendicularmente a como partieron, significará que esa

---

<sup>22</sup> Ibidem, p. 220

cara que no alcanzamos a ver tendrá esa forma. Cualquiera que sea la forma que tenga esta formación de hombres será la forma que tenga la cara a lo largo de la horizontal. Supongamos que queremos confirmar lo que nos hace ver esta formación de hombres, mandando otra línea de hombres que se mueva al doble de velocidad de la anterior. Si a esta línea de hombres se dispone de igual manera y se le dan las mismas ordenes que la anterior, producirán la misma forma de la cara. Así como distintas líneas de hombres nos hacen visible una misma forma, así también ondas electromagnéticas distintas (u otras formas de interacción) pueden hacernos visibles las mismas formas. A la forma que adquiere la línea de hombres es a lo que Hacking llamaría mapa de interacciones. A Hacking, pues, no le interesa si las entidades que interactuarán con la fuente y nos informarán de ella son electrones, neutrones o algún otro ente de una naturaleza no electromagnética, siempre y cuando éstos produzcan un patrón idéntico al que produciría tal entidad si fuera lo suficientemente grande o estuviera lo suficientemente cerca para verlo a simple vista, esto es, si tales entidades son capaces de reproducir el mismo patrón de luz que tendría aquella siendo visible a simple vista.

Ver con un instrumento significa, para Hacking, que el ojo capte el mismo patrón de luz que el objeto emitiría o reflejaría si fuera visible a simple vista. Y como se indicó líneas arriba, lo que entra al ojo son imágenes, una observación mediante el sentido de la vista es tener una imagen de la fuente, no un sonido ni un símbolo numérico. Para Hacking, ver algo con un instrumento es como si se viera a simple vista. La única diferencia entre ambas formas de ver es que en una media un receptor artificial (o instrumento) entre el receptor humano y la entidad observada, y en la otra no. Más allá de esta diferencia, para nuestro filósofo de la ciencia, en una y otra observamos lo mismo:

“Qué tanto se podría extrapolar el concepto de ver? Supongamos que tomo un pincel electrónico y pinto en una pantalla de televisión una célula (a) que he estudiado antes utilizando, por ejemplo, una imagen digitalizada y reconstituida (b). Aun si estoy “viendo la célula en el caso (b), en (a) sólo estoy viendo la pintura de una célula. ¿Cuál es la diferencia? El rasgo importante es que en (b) hay una interacción indirecta entre la fuente de ondas, un objeto y una serie de sucesos físicos que culminan en la imagen del objeto. Para usar la cita [B]<sup>23</sup> de nuevo, en el caso (b) tenemos un mapa de las interacciones que hay entre el espécimen y la radiación que produce la imagen. Si el mapa es bueno, entonces (b) se ve con el microscopio”<sup>24</sup>

En Hacking la observación es una noción tan general como en Shapere, la cual puede ejemplificarse en la actividad receptora de los sentidos, y, de una manera mucho más específica, en la actividad del sentido de la vista al ver imágenes de objetos con la ayuda de instrumentos.

Con Hacking concluimos la revisión a distintas teorías sobre la observación que nos propusimos en el presente capítulo, con la intención de destacar el aspecto fundamental de la observación que considera cada teoría.

En el siguiente capítulo intentaremos abrir un sendero que nos conduzca de alguna de las teorías analizadas a la idea de la observación que se encuentra implícita en la teoría especial de la relatividad de Einstein, esto es, argumentar a favor de aquella teoría de la observación que mejor nos permita comprender la noción de observación de Einstein.

---

<sup>23</sup> Por cita [B], Hacking se refiere a la cita que hace E. M. Slayter a la obra *The Optical Methods in Biology*, en la cual se explica, conforme a los principios de la óptica, el funcionamiento de los microscopios y de otros instrumentos ópticos usados en la ciencia y, con base en los mismos principios ópticos, se explica como es que las imágenes vistas a través de tales instrumentos corresponden con lo que la cosa vista es.

<sup>24</sup> *Ibidem*, p. 237

## **CAPITULO 2**

## ALGUNAS NOCIONES BASICAS SOBRE LA OBSERVACIÓN

En el presente capítulo perseguimos dos propósitos: En primer lugar, intentaremos definir un par de conceptos que son de fundamental importancia en la distinción de dos tipos de acontecimientos que, a nuestro criterio, Einstein tiende a confundir. Con la definición de los conceptos *observable* y *observado* pretendemos, por un lado, asentar la bases que permitan comprender por qué Einstein toma dos tipos acontecimientos como si fuera uno solo (que es el propósito de la segunda sección del capítulo tres) y, por otro lado, comprender las diferencia entre ellos (que es el propósito de la tercera sección del mismo capítulo tres). Asimismo, con la definición de estos dos conceptos pretendemos, como segundo propósito de este segundo capítulo, argumentar a favor de la teoría de observación de Shapere, que desde nuestra perspectiva es la que mejor explica las ideas de observación de Einstein. Este capítulo dos, pues, no será una simple comparación de las teorías de la observación analizadas en el primer capítulo, sino un auténtico esfuerzo por sentar las bases que permitan comprender los planteamientos del capítulo tres.

No es casual que las aeronaves tengan aspectos que las asemejan a las aves. En su afán de volar, el hombre ha diseñado sus aeronaves sobre los mismos principios que hacen posible el vuelo de las aves. La estructura aerodinámica de las alas del ave, seleccionadas por la evolución para el vuelo, es tomada por la ingeniería aerodinámica para diseñar las alas de las aeronaves y



construirlas con el material apropiado para ellas. En el diseño de las alas del artefacto construido por el hombre, cualquiera que éste sea, está presente el diseño original de la naturaleza. Y no sólo en el caso de las aeronaves hay un respaldo de los principios naturales en el funcionamiento del artefacto, sino en cualquiera que sea. El funcionamiento de los artefactos no simularía al funcionamiento de los entes naturales si no se tomara en cuenta los principios naturales en los que se basa. El vuelo de la aeronave se sustenta en los mismos principios en los que se sustenta el vuelo del ave. La tecnología humana, desde esta perspectiva, no es más que una réplica de lo que en la naturaleza se encuentra dado. El hombre reproduce mecanismos o procesos que la naturaleza produce con sus propios materiales o recursos. Los límites de la tecnología, por tal razón, no pueden ser más que los límites de la propia naturaleza.

A causa de una larga tradición judeo-cristiana, se ha considerado al hombre como una creación especial de dios; por lo que resulta ofensivo el que se vea al hombre como un animal producto de la evolución. Pero más ofensivo puede resultar a quienes defienden el dualismo judeo-cristiano el que se compare al hombre con un artefacto producto de su manufactura. Si el hombre es capaz de producir tecnología a partir de lo que la naturaleza le ofrece, no podemos descartar que el hombre mismo se reproduzca a través de los mismos principios con lo que cuenta la naturaleza para producirlo. Si aún no se ha logrado reproducir completamente a un hombre, es porque el hombre aún no posee toda la destreza que tiene la naturaleza para producirlo. Pero si todo en la naturaleza puede ser reproducido por el hombre, entonces llegará el día en que el hombre reproduzca la destreza de la naturaleza para producirlo y se reproduzca así mismo. En la actualidad el hombre ha logrado replicarse parcialmente. Por un lado, ha logrado descifrar mecanismos genéticos que lo ponen no sólo en la posibilidad de clonarse así mismo y clonar a otras especies, sino también de construir formas exóticas de vida. Y por otro lado, los avances de la cibernética han permitido construir artefactos que simulan en muchos aspectos al hombre.

Comparar al hombre con robots es más ofensivo que compararlo con animales. Y más ofensivo aún puede ser si se lo compara con un artefacto mucho menos sofisticado que una computadora o un robot. Los artefactos más complicados de la electrónica incorporan a los menos sofisticados como subsistemas. El robot incorpora sistemas computacionales que le permiten reaccionar a estímulos de una manera análoga a como lo hace el hombre y otros animales. A su vez estos sistemas computacionales incorporan cámaras y sensores de sonido que simulan los receptores del hombre u otros animales. Por la situación en la que se encuentra un sistema de video compuesto de cámara y monitor dentro de un robot, no es difícil percatarse a qué tipo de cosas naturales simula dicho sistema. Un sistema de video de esta índole simula al sistema óptico natural por el que el hombre y otros animales pueden representarse el mundo en forma de imágenes visuales. Haciendo a un lado las diferencias de los materiales que constituyen a ambos sistemas, la operación que realizan es la misma, esto es, se trata del mismo proceso puesto en marcha en materiales de distinta naturaleza específica. No es posible, pues, que la naturaleza haya adecuado la materia constitutiva del hombre al procesamiento de información sobre principios absolutamente distintos de los que el hombre encuentra en ella y sobre los cuales diseña y fabrica sus sistemas de video. Los principios que hacen funcionar a un sistema de video no son producto de la creación, esto es, no provienen de la nada; sino que están dados en la naturaleza y el hombre los toma y adapta a los materiales que dispone. Por tal razón, es posible reconocer en un sistema de video rasgos del sistema visual natural del hombre que pueden asociarse con la observación.

En un sistema de video se destacan tres instancias diferentes como sus componentes: 1) uno o más lentes que conducen la información lumínica conforme a principios de reflexión y refracción de la luz, 2) un complejo sistema o circuito electrónico que traduce la información lumínica a un formato electrónico que es conducido conforme al diseño del circuito, y 3) una pantalla sobre la que se proyecta una imagen que está de conformidad con la información eléctrica

que circula por el circuito. Desde la perspectiva de un agente externo al sistema de video, la función de éste es la de trasladar una serie de puntos ópticos ubicados en una determinada región del espacio a la región que ocupa la pantalla, esto es, lo que ve ahí en una determinada región del espacio lo ve en la pantalla del monitor. Si bien en la pantalla no están presentes todos los puntos ópticos de la serie, los que están presentes en la pantalla guardan la misma relación que guardan entre sí los puntos ópticos correspondientes en el original, de modo que la imagen que vemos proyectada en el monitor tiene una cierta semejanza con aquello que vemos frente a los lentes de la cámara. El mejoramiento de los sistemas de video, con la introducción de pantallas de plasma, ha permitido que la imagen proyectada sobre la pantalla tenga un grado de semejanza mayor con respecto al original.

Para un kantiano, sin duda, lo que se ve en el monitor no es el objeto mismo que está frente a las lentes del sistema de video, pues no sería el objeto el que se traslada hacia el monitor, sino la información óptica que emana del objeto, la cual al ser captada por el sistema de video se conduce por sus lentes y circuito electrónico hasta proyectarse sobre la pantalla del monitor. Pero aun cuando no es el objeto en sí el que está en la pantalla, la imagen intangible de la pantalla corresponde con la imagen que parece tener en sí el objeto tangible. Si la destreza de la naturaleza supera a la inventiva del hombre y un sistema de video carece de la sutileza que tiene el sistema óptico del hombre en el procesamiento de información, es factible pensar que las imágenes que se proyectan hacia nuestro interior correspondan a lo que el mismo objeto nos informa, con una pérdida menor de información de la que se pierde en un sistema de video<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> De ningún modo quisiera afirmar que la imagen que tenemos del objeto corresponda al objeto en el sentido de que éste tenga una imagen en sí. Lo que sí quisiera afirmar es que el mosaico de diferencias que están presente en la imagen que del objeto tenemos corresponde a la diferencia de aspectos que está presente en el objeto. Si la diferencia de aspectos presente en el objeto se oyera en lugar de verse, se tendría no un mosaico de distintos puntos visibles sino un mosaico de diferentes sonidos. En razón de que podría haber sido posible que la información que recibimos del objeto y que llamamos óptica, el sistema encargado de procesarla, en lugar de proyectarla como algo visible, la proyectará como sonido, podríamos establecer una correspondencia entre el conjunto de puntos visibles que

Paralelamente al sistema de video, el sistema óptico humano se compone, en términos generales, de un lente llamado cristalino que conduce la luz hacia el interior del ojo, a la retina. La retina se compone de fotorreceptores conocidos como conos y bastones. Los conos se concentran en el centro de la retina en una proporción uno a uno con respecto a las fibras nerviosas aferentes, las cuales se encargan de trasladar la información traducida por la retina hacia el sistema nervioso central. En virtud de que los detalles de los puntos que aparecen en el centro de la imagen que aparece en nuestro campo visual son más definidos que los que aparecen en la periferia de la imagen, a los conos se les ha atribuido la función de la agudeza visual<sup>2</sup>. La retina, junto con las fibras nerviosas aferentes y sus interconexiones sinápticas, constituyen el equivalente natural al circuito electrónico del sistema de video. Finalmente, la región de la corteza cerebral conectada con las fibras aferentes vinculadas a la retina es la pantalla sobre la que se proyecta la información a manera de imagen.

Al igual que la imagen proyectada sobre la pantalla, la imagen que tenemos presente en la mente es una configuración informática, esto es, un estado específico de cada neurona que constituye la región visual de la corteza cerebral a consecuencia de la información que recibe cada una de ellas. Por tal razón, la imagen de la pantalla como la que se proyecta sobre la región visual son intangibles a diferencia de la pantalla y las neuronas que constituyen a la región visual de la corteza cerebral. Así como la imagen de la pantalla se forma a consecuencia de la información que recibe cada punto del recubrimiento que constituye a la pantalla en su plano posterior interno y a su respectiva reacción en un determinado momento, así también la imagen mental que forman las neuronas de la región visual de la corteza cerebral se debe, en hipótesis, a la información que

---

componen a la imagen que vemos y el conjunto de sonidos que escucharíamos. Ya fuera como sonidos o imágenes, las diferencias presentes en éstos corresponderían a las diferencias de aspectos presentes en el objeto. No nos preocupa si el objeto es audible, visible, tangible o intangible, pues de cualquier modo las diferencias que constituyen al objeto estarán presentes en nuestras representaciones.

<sup>2</sup> Véase F. Thompson Richard, *Fundamentos de psicología fisiológica*, ed. Trillas, México, 1986, pp. 293-299

recibe cada una de ellas y a su respectiva reacción. La imagen mental, desde esta perspectiva, podría ser entendida como la integral que reúne el estado de cada neurona de la región visual de la corteza cerebral en un determinado momento.

El hecho de que durante un sueño, cuando los ojos quedan impedidos por los párpados a recibir información, se tenga presente imágenes nos habla de la relevancia que tiene la parte del sistema óptico humano correspondiente a la de la pantalla en el sistema de video como generadora de imágenes. Basta con que se active esta parte del sistema, sin que se activen las demás, para que se origine una imagen. Las distinciones de nitidez o consistencia que pueda haber entre las imágenes de sueño y las imágenes de vigilia, aunque pudieran sugerir que se trata de imágenes que se originan en diferentes regiones de la corteza cerebral, también pueden sugerir que se trata tan sólo del carácter de la información, esto es, de su intensidad y frecuencia. Así pues, por ejemplo, la imagen de la vigilia no es fugaz como la del sueño en razón de que la información es continua. Un objeto sobre el que se arroje un mismo tipo de luz de manera continua, reflejará de manera continua la misma información. Al exponerse el sistema óptico humano a una información continua, sus partes funcionarán de igual manera: durante la exposición el cristalino dirigirá la información lumínica hacia los mismos puntos de la retina conforme a las leyes de la refracción y reflexión de la luz; la retina al recibir la misma información estará produciendo la misma información eléctrica en su traducción; y, por tanto, la información que circula por las fibras nerviosas aferentes y activa la región central de la vista no variará. De este modo, ante la constancia de la información, el estado de las neuronas es constante y, por ende, también la imagen es constante. La misma imagen estará en nosotros mientras no varíe la fuente de información. Por el contrario, las imágenes del sueño nos son fugaces y abigarradas en vista de que la información que llega a la región central de la vista puede provenir de diferentes fuentes y no ser constante. Si conforme a esto la imagen corresponde al estado de cada neurona de la

corteza cerebral de la región visual y el estado de cada neurona depende de la información que incide sobre ella, la imagen que tenemos de un objeto depende de lo que éste nos informa. La información que emite el objeto impone la imagen que de él se ha de tener.

Si la información que proviene del objeto no se impusiera como lo hace y fuera dominada y hecha a un lado por información proveniente de otras regiones del organismo, las imágenes de la vigilia serían tan inciertas como las imágenes del sueño. En su obra *la modularidad de la mente*, Fodor descarta la posibilidad de que los sistemas de entrada, que, en el caso de los que se relacionan con la visión, se encargarían de procesar imágenes, puedan procesar tipos distintos de información de la que procesan. A esta propiedad que tienen los sistemas de entrada de procesar un tipo específico de información le llama Fodor *especificidad de dominio*. Para Fodor, esta propiedad de los sistemas de entrada explica el hecho de que no se pueda ver lo que se quiere ver, esto es, para decirlo en nuestros términos, la imagen que tenemos del mundo que nos rodea no depende de cómo quiera vérselo. Para Fodor, en todo caso, la información que procesan los sistemas de entrada proviene de los sistemas transductores y no se da el caso de que provenga de sistemas centrales<sup>3</sup>. Fodor descarta, pues, que representaciones de los sistemas centrales (sean éstas ideas o recuerdos) puedan interferir en el procesamiento de información de los sistemas de entrada. Si la información que capta y traduce la retina se impone a la región visual de la corteza cerebral por la única vía que la naturaleza adaptó para ello, las fibras nerviosas aferentes, entonces no habrá información que se le imponga que provenga de otra vía. Mientras las vías naturales que proveen de información a la región central de la vista estén en activo, no habrá información ni vía

---

<sup>3</sup> Véase Jerry A. Fodor, *La modularidad de la mente*, traducción de José Manuel Igoa, ed. Ediciones Morata, Madrid, 1986, pp. 77-124

alguna que pueda suplantarlas en su monopolio de abastecer de información a dicha región visual<sup>4</sup>.

En la imagen misma está presente la hegemonía de la información que la determina. A pesar de que la imagen se manifiesta en nuestro interior, se presenta como si se ubicase en el objeto cuya información la determina. La imagen, por tanto, no parece estar en nosotros, sino en el objeto. De ningún modo nos parece que la información viaje de objeto hacia nuestro interior y en él se produzca la imagen. Más bien parece que nuestra vista viaja hacia el objeto y en él se encuentra con la imagen. Al ubicar en el objeto una imagen que se produce en el interior del sujeto, se reconoce a aquél como su causa. Si en lugar de ver la imagen como del objeto externo se la viera como imagen de mi interior, vería el exterior como si fuera mi interior. La línea divisoria entre lo que soy y lo que es lo otro se desvanecería. En una situación similar, si cualquier estímulo que aplicara sobre cualquier zona de mi cuerpo lo sentiría no ahí donde se aplica sino tan sólo en el incierto lugar de mi indeterminado interior, el contorno o los límites del cuerpo se superarían y me percibiría como una pura sensación que varía. En su exposición a la temperatura, por ejemplo, no sentiría el calor o el frío como algo a lo que está expuesto mi cuerpo, sino que me sentiría como el calor o el frío mismo. No habría manera de reconocer a tales estímulos como algo distinto a mí; simplemente el calor o el frío serían yo mismo. De manera análoga, si en la imagen no se reconociera la fuente que la produce, me percibiría como pura imagen y el mundo circundante sería reducido a mí como pura imagen. Si la imagen no pareciera estar en el objeto cuya información la determina, al verla parecería estarme viendo a mí mismo. El sentido del *yo* es propiamente un sentido de distinción, un sentido por el que me distingo de lo otro y distingo a lo

---

<sup>4</sup> Análogamente a lo que afirma Fodor respecto a que los sistemas de entrada no procesan información elaborada en los sistemas centrales (descartando con ello la posibilidad de que representaciones como las teorías puedan trastocar el contenido de las representaciones que procesan los sistemas de entrada), afirmamos que normalmente no llega al sistema óptico central otro tipo de información que no sea el que capta su receptor. Normalmente la información que transita por otros sistemas no circula por el sistema óptico. Con ello, las ideas o teorías, si corresponden a un tipo de información, difícilmente podrán circular por el sistema óptico y determinar el contenido de lo que se ve.

otro de mí. Al poner en el objeto la imagen que de él en mí determina y se encuentra, surge en mí el sentido de distinción, un *yo* que se distingue de lo que observa. Al no ver la imagen como si fuera parte de mí, me percibo como lo que observa la imagen que está en lo otro, como un *yo* aquí que observa un otro allá<sup>5</sup>.

El que la imagen que se encuentra en el interior del sujeto parezca encontrarse en el objeto como si fuera el objeto mismo hace necesario, a fin de no confundirlas, enumerar las diferencias más notables entre una y otra cosa. De entrada hay dos propiedades por las que el objeto y su imagen son semejantes, más no idénticas cosas: 1) la sustancialidad y 2) la espacialidad. En cuanto a la primera propiedad, el objeto es una entidad material y la segunda es una entidad mental<sup>6</sup>. Y así como a la materia, en cuanto cantidad escalar, y a la energía, en cuanto cantidad vectorial, se les puede ubicar espacialmente, así también al objeto y a su imagen se les puede ubicar espacialmente en lugares diferentes. El lugar en el que se encuentran una y otra cosa son distintos. Una tercera diferencia entre el objeto y la imagen es una diferencia temporal. Con respecto a nuestra escala de tiempo, el objeto es algo que tiene una existencia más o menos prolongada, en tanto que la imagen es un estado efímero de la energía<sup>7</sup>.

---

<sup>5</sup> Es posible que este sentido de distinción esté sustentado en: 1) la unión física o sináptica de las neuronas, y 2) la sincronización a la que palpitan las neuronas. Además de la inhibición y la excitación, las neuronas presentan una palpitación. Dos neuronas que se encuentran separadas y latiendo desfasadamente, se sincronizan inmediatamente en sus latidos tan pronto quedan unidas. La unión y sincronización a la que operan las neuronas en el procesamiento de información que no se origina en ellas, sino que procede del exterior de ellas, produce el efecto de un *yo* frente a lo otro. Este efecto es análogo al efecto que se produce en el juego de tirar una soga en dos direcciones opuestas por equipos contrarios. Aquel equipo que logre aplicar el máximo esfuerzo de cada uno de sus miembros sincronizadamente habrá actuado como una sola fuerza, como una entidad que muy probablemente se distinguirá de los otros como equipo ganador: No se trata de fuerzan que actúen discretamente como diferentes fuerzas, sino tan sólo de una fuerza que actúa sobre los otros.

<sup>6</sup> La diferencia entre objeto e imagen puede entenderse como un caso particular de la diferencia entre masa y energía: mientras a las partículas se las visualiza como esferas puntuales, ¿a la energía como se la visualiza?

<sup>7</sup> Así como la imagen del monitor no queda impresa en el cristal de la pantalla, sino que continuamente va cambiando conforme se excita la sustancia que resplandece con el bombardeo electrónico, así también las imágenes que se dibujan en la región visual de la corteza cerebral no se imprimen sobre ella. La información o energía de los electrones que inciden sobre la pantalla se transforma en luz que ilumina una habitación oscura a un determinado estado. El estado de iluminación que tome la habitación depende de la imagen que se proyecte en la pantalla. Si la imagen no se imprime sobre la región visual de la corteza cerebral, significa que su energía se transforma a un estado



Además de las diferencias en cuanto a sustancia, espacio y tiempo, el objeto y su imagen pueden diferenciarse respecto a la observación. Conforme a lo que se ha dicho, lo que se observa es propiamente la imagen, y no el objeto cuya información determina la imagen. En este sentido, a la imagen se la ha de ubicar como “lo observado” y al objeto como “lo observable”. La propiedad del objeto respecto a la observación es la de *ser observable* y la de la imagen es la de *ser observada*. *Ser observado* y *ser observable* no son la misma propiedad. Mientras la imagen no es si no es observada, el objeto es en todas sus propiedades, incluyendo la de ser observable, aun cuando no sea observado. Contrariamente a la tesis que identifica al *ser* con el *ser percibido* y a la aseveración que de ella se obtiene de que “algo es en cuanto es percibido”, el *ser observable*, como parte del *ser*, es diferente del *ser observado*. La propiedad del objeto de *ser observable* no se realiza en la percepción del sujeto, sino que se encuentra dada al margen de cualquier actividad cognitiva del hombre. A diferencia del objeto, la imagen no está dada en el objeto como una de sus propiedades ni se encuentra impresa en el sistema óptico, sino que existe tan sólo en cuanto actividad cognitiva del hombre<sup>8</sup>: No hay imagen al margen de su observación ni observación que no sea una imagen. Ser observado no es más que eso: ser observado. El ser de lo observado se realiza y es mientras está siendo observado. Lo observable existe al margen de quien observa, en tanto que la imagen sólo existe en y para quien observa.

Pero específicamente ¿qué hay en el objeto que lo haga observable o en qué consiste su propiedad de *ser observable*? Un objeto es observable si y sólo si es emisor o reflector de luz y, como tal, tiene la dimensión suficiente para que la luz que emite o refleja sea suficiente (o tenga la

---

diferente que bien puede corresponder a movimientos corporales. Si las imágenes que tenemos en mente inducen determinados movimientos en correspondencia con la energía de las mismas, es posible que al organismo que se le bloqueen las salidas naturales de energía, como el sistema motriz, se le provoque un congestionamiento de energía que corresponda a la sensación de malestar.

<sup>8</sup> En general, el procesamiento de información que efectúa el sistema óptico humano es el mismo que efectúa el sistema óptico de cualquier otro animal. la diferencia entre ellos radica sólo en los parámetros o valores dentro de los que funciona cada uno de ellos.

energía necesaria) para activar al sistema óptico en su proceso de proyección de imágenes. La propiedad de ser observable es la de ser un fuerte emisor o un extenso reflector. Si bien toda materia por su temperatura emite luz, dicha luz no es lo suficientemente fuerte como para activar el sistema óptico, en cuyo caso se dice que dicha luz no es visible al ojo humano. Aquellos objetos que por su temperatura no emitan luz que active al sistema óptico, aun cuando son emisores, no son observables respecto a la energía de la luz que emiten<sup>9</sup>. La mayoría de los objetos que nos circundan no son observables como emisores, pero sí como reflectores. Como reflectores, los objetos son observables no porque estén reflejando la luz, sino porque su situación material no permite que la luz pase indiferentemente a través de ellos ni que la luz que incide sobre ellos sea absorbida completamente; además tienen la dimensión necesaria para que la luz reflejada por su superficie active al sistema óptico. Esta situación material de los objetos no deja de estar presente en ellos si se les dejara en una completa oscuridad. Así como una rueda no es rueda porque rueda sino porque su materia está dispuesta de esta forma, así también un reflector no es reflector porque esté reflejando luz, sino porque su materia tiene esta propiedad. Si ser observable como reflector es ser material y ser de tal envergadura que la luz que refleje sea la suficiente para activar el sistema óptico, al dejar en completa oscuridad un objeto observable éste sigue siendo material y con la misma envergadura que lo es cuando iluminado. Independientemente de que se encuentre iluminado (esto es, que sobre él incida luz) o en la oscuridad, el objeto es observable por su naturaleza material. En razón de que no es el objeto lo que se observa, no hay ninguna dificultad en afirmar que el objeto es observable independientemente de que sea iluminado o no e independientemente de que la luz que informa de él suscite en nosotros una imagen.

---

<sup>9</sup> Sin embargo, habría que señalar que, conforme a la teoría de la observación de Shapere, más allá de que la luz tenga o no la energía necesaria para activar al sistema óptico del hombre, el objeto ha de considerarse como observable en cuanto que es fuente de información.

A diferencia del *ser observable* del objeto, *el ser observado* de la imagen depende de que la luz sea reflejada por el objeto y ésta llegue al sistema óptico para su proyección como imagen. Si la luz no es reflejada por el objeto o, siendo reflejada por éste, no es procesada por el sistema óptico en cada una de las etapas que a él corresponde, la imagen no se realiza y no hay, por tanto, imagen que al objeto corresponda que sea observada, aun cuando la información que corresponde al objeto que la pudiera determinar haya ido a parar a lugar distinto al de la pantalla mental.

La luz reflejada determina la imagen del objeto que la refleja, pues ésta captura lo que es el objeto en cuanto reflector. Como reflector, el objeto es una superficie compuesta por una serie de puntos a los que llamaremos puntos observables. Un punto observable es la unidad de superficie reflectora. Esta unidad se define en función del mínimo de luz reflejada que se requiere para activar al sistema óptico<sup>10</sup>. Supongamos que el objeto observable se compone de tres puntos heterogéneos, tres puntos que se distinguen en composición o que su composición no es la misma: *a*, *b* y *c*. Si la luz que incide sobre el objeto es la misma en cada uno de sus puntos, la luz que refleje cada uno de ellos será distinta conforme a la naturaleza reflectora de cada uno de ellos. De este modo, la luz que absorba y refleje cada punto nos informará de lo que es el objeto en su conjunto como reflector. Pongamos por analogía al administrador que lleva el registro de la conducta alimentaria de un equipo de tres personas a las que no tiene el gusto de tratar. Día a día a cada uno de los miembros de este equipo se les da el mismo menú con el mismo contenido de alimentos. Y día a día cada uno de ellos consume los mismos alimentos del menú, que son diferentes entre ellos. Por lo tanto, lo que deja cada uno de ellos, después de su ingesta, es distinto entre sí. Al administrador se le envía, en un mismo paquete la charola de cada uno de los

---

<sup>10</sup> En virtud de que el mínimo de luz que active al sistema óptico depende de que tan cerca o lejos se encuentra el sujeto con respecto al objeto y de que tan cerca o lejos se encuentre el objeto respecto a la fuente de luz, esto es, en virtud de que los lúmenes de luz que iluminan al objeto e inciden sobre el sistema óptico varían en una razón inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que hay entre éstos, tan sólo sugerimos que la definición del punto observable se haga de una manera práctica. Para fines prácticos sería recomendable tomar la distancia mínima entre el objeto observable y el sujeto.

miembros con sus respectivas sobras y sus respectivas identificaciones. De ello, el administrador sabe -sin tener trato con los miembros del equipo y, por ende, sin saber si todos ellos son del mismo peso, talla o altura- que cada uno de los integrantes de este equipo tiene una conducta alimenticia específica y que es un equipo que se compone de ellos. Los restos en la charola de cada uno de ellos tan sólo le informa de sus conductas alimenticias y de ningún otro aspecto más. En este mismo sentido, la luz reflejada sólo informará sobre las propiedades reflectoras del objeto. En el paquete informativo que envía el objeto al sujeto se contiene información de lo que es cada punto como reflector. Las diferencias que encuentra el administrador en los platos que tiene frente a él, corresponden a las diferencias de conducta que tiene cada miembro y de la heterogeneidad que tiene el equipo. Así también las formas que delinean los diferentes tonos y colores que constituyen la imagen corresponden a la diferencia de naturaleza que hay entre los puntos observables que constituyen al objeto en cuanto reflectores<sup>11</sup>.

No es necesario estar en el objeto para saber lo que es. Lo que es, en cuanto reflector, llega al sujeto por la luz que refleja, pues las diferencias que hay en la imagen guardan la misma relación que guardan las diferencias en el objeto. Como lo observado, la imagen abarca el campo visual. Y como lo observado, la imagen está constituida de una serie de puntos, a los que denominaremos puntos observados. Un punto observado corresponde al punto observable en el sentido de que está determinado por el mínimo de luz que activa al sistema óptico proveniente del punto observable. De este modo, aunque el objeto refleje luz, ésta no podrá activar al sistema óptico si no tiene la energía suficiente para activarlo y, por ende, generar en la pantalla del sistema un punto en la imagen. Las diferencias que pueda haber en el punto observable no podrán observarse en la imagen como diferencias en el punto visual. El punto observado se presenta

---

<sup>11</sup> No importa si la imagen es de un solo color o de diferentes colores, lo importante es que en ella se observaran diferencias que corresponderán a las que constituyen al objeto. Si la imagen se constituye de un solo color, en ella habrá tantos matices o tonos como diferencias hay en el objeto observable.

como una unidad indivisible, esto es, como una diminuta área en la que no se notan diferencias. Si la superficie del objeto observable es homogénea, esto es, si todos sus puntos observables son de igual naturaleza reflectora y reflejan luz con idénticas características, y sus puntos son tantos que determinan todos los puntos de la imagen que abarca el campo visual, observaremos una imagen colorida perfectamente homogénea. En ella no se notarán tonos distintos del mismo color ni color otro que se distinga. Pero si en la superficie homogénea del objeto surgiera de pronto un punto observable que como reflector se comporte diferente a los demás, determinará un punto observado que se destacará en el campo visual: la imagen será la de un punto o bien del mismo color del trasfondo pero de un tono diferente o bien de un color diferente al del trasfondo. La imagen no sólo es el punto que destaca sobre el trasfondo, sino que incluye a todos los demás puntos observados, aunque sean iguales y no se distingan entre sí. Si a este punto le unimos otro punto que se comporte como él, la imagen será otra: la imagen tendrá un punto menos del trasfondo y un punto más que se destaque en él. Los puntos ahí, si son contiguos, se observarán como un continuo y en ellos dos no se notarán diferencias. Conforme vaya agregándose puntos observables de igual naturaleza reflectora, la imagen irá cambiando y el área del color o del tono que se nota como trasfondo irá disminuyendo. Si al solo punto observable que se distingue de los demás puntos observables que determinarán el trasfondo homogéneo de la imagen se le une, en lugar de un punto observable de igual naturaleza reflectora, un punto observable de otra naturaleza, la imagen que este otro punto determinará junto a los demás será distinta a la que determinan los dos puntos de igual naturaleza juntos con los demás de homogénea naturaleza reflectora. En la imagen que determinan los dos puntos observables de naturaleza reflectora distinta y los puntos observables homogéneos, se observará dos puntos de colores distintos o de dos tonos distintos al del color de trasfondo. El escenario que constituye nuestro campo visual irá cambiando ya sea porque el objeto observable se mueve o sus puntos observables cambian o ya sea porque la

orientación del receptor visual cambia. Lo que se observa en la imagen como diferente está en el objeto como diferente. Cada punto observado guarda con el resto de los puntos observados de la imagen la misma relación que tiene cada punto observable con el resto de los puntos observables que constituyen al objeto observable. Aun cuando el objeto no se traslada hacia el sujeto ni la vista de éste viaja hacia aquél, los puntos observados de la imagen informan de lo que es el objeto como una serie de puntos observables.

Una imagen se constituye de una serie de puntos observados y cuando ésta está presente se presentan todos sus puntos. Al parecer, cada imagen se compone de aproximadamente un millón de puntos observados, que corresponden al millón de fibras nerviosas ópticas que se conectan a la retina, la cual se compone de aproximadamente 6 millones de conos y de aproximadamente 125 millones de bastones. Tanto conos como bastones constituyen la compleja red de receptores que traducen la información lumínica en información eléctrica. El que haya una proporción de 6 a 1 entre conos y fibras nerviosas o de 125 a 1 entre bastones y fibras nerviosas, nos habla de la gran variedad de situaciones por las que una fibra nerviosa puede ser activada. Una fibra nerviosa no sólo puede ser activada dentro de un amplio rango de frecuencias, sino que también puede ser activada por diferentes receptores. La imagen que se proyecte en la pantalla mental dependerá de los receptores que activen la fibra nerviosa óptica. Si bien es más la información que reciben los receptores que la que activa las fibras nerviosas ópticas y, por tanto, son más los puntos observables que los puntos observados, la relación entre los puntos observados de la imagen guardan la misma situación que tienen los puntos observables en el objeto. Son menos los puntos observados que los puntos observables. Por tal razón, no todo lo que aparece en nuestro campo visual es claro y nítido. Sólo lo que aparece en el centro del campo visual, en el centro de la

imagen, aparece de manera clara y nítida. De acuerdo a ciertos estudios<sup>12</sup>, la nitidez del campo visual abarca un ángulo de 40°, 20° a ambos lados del centro del campo visual. Gracias a que en el centro de la retina la proporción entre conos y fibras nerviosas ópticas es de 1 a 1, la claridad de esa región de la imagen ha de estar determinada por una correspondencia 1 a 1 entre sus puntos observados y los puntos observables que los determinan. Al disminuir el porcentaje de las fibras nerviosas ópticas con respecto a los receptores (en la periferia del centro de la retina), son menos los puntos observables cuya información no logra proyectarse como punto observado. La imagen tiene como punto máximo de claridad el centro del campo visual y disminuye a partir de ahí hacia los lados, en áreas concéntricas, hasta decaer a su mínimo de claridad en la periferia del mismo. Lo que aparece en la periferia del campo visual es confuso y mínimamente detallado en virtud de que la información proveniente del objeto no logra procesarse como punto observado<sup>13</sup>.

Si los puntos centrales del campo visual dominan por su correlación 1 a 1 con los puntos observables del objeto y se imponen como objeto de la atención, entonces prestar atención a *x* o *y* cosa no es más que colocar a cada una de ellas de tal manera que sus puntos observados correspondan en número con sus puntos observables: dirigir la información proveniente de la cosa de tal manera que a cada uno de sus puntos observables le corresponda un punto observado, esto es, poner su información en el centro de la retina y los puntos observados de la imagen que ella determina en el centro del campo visual. No hay nada más aparte de mover los ojos para poner la información proveniente de los puntos observables del objeto en el centro de la retina y acercarse

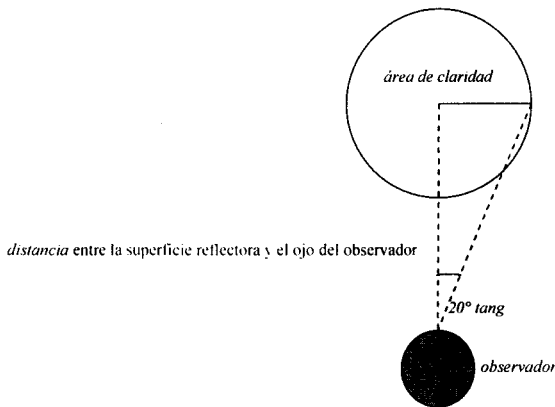
---

<sup>12</sup> Parte de nuestras especulaciones se basan en datos o argumentos que se ofrecen en F. Thompson Richard, Op. cit., pp. 293-310

<sup>13</sup> Esto, sin embargo, en lugar de ser una desventaja evolutiva, es una verdadera oportunidad de sobrevivencia. Supóngase que frente a mí hay un ente que amenaza mi existencia y a los lados de él, en una posición que determinan subimágenes que se hayan en la periferia del campo visual y que dichas subimágenes son tan claras y nítidas como la subimagen constituida por todos los puntos observados determinados por la luz reflejada hacia mí por los puntos observables del ente amenazador. Como los tres entes determinan subimágenes nítidas que atraen por igual mi atención, no habría respuesta inmediata ante la amenaza.

lo suficiente a ellos para que su luz reflejada tenga la suficiente energía para activar las fibras nerviosas ópticas ligadas a dicha región de la retina que sea prestar atención.

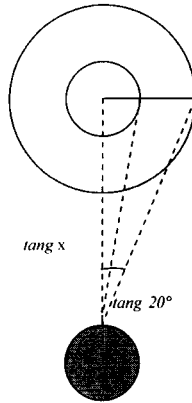
La claridad del campo visual se reduce a una circunferencia que tiene por radio al producto de la  $\text{tang } 20^\circ$  y la distancia que hay entre la superficie reflectora y la córnea (como se muestra en la siguiente ilustración). Lo que aparezca dentro de esta área del campo visual puede ser apreciado con claridad en el sentido de que se puede apreciar como un todo, como una subimagen compuesta de puntos observados que se disponen en formas y colores diferentes. En dicha subimagen se observan diferentes colores apilados en formas y de todas ellas ninguna se muestra como un todo dentro de un todo, esto es, ninguna de ellas desplaza al todo del que forma parte. Cada parte de la subimagen aparece en ella y ninguna con mayor relevancia que las demás.



Sin embargo, cualquiera de las formas puede destacarse con el desplazamiento del órgano receptor respecto a la superficie reflectora. Además de que puede haber un acercamiento a la superficie reflectora, la curvatura de la lente que forma parte del sistema óptico puede cambiar a fin de enfocar ciertas regiones de la superficie reflectora. En este último caso, el área de claridad



de nuestro campo visual variará en función de la curvatura de la lente, con lo que la atención se acentuará en círculos concéntricos. Si la distancia entre la superficie reflectora y el órgano receptor no varía, el área de claridad del campo visual dependerá del ángulo de la tangente:



A juzgar por la ilustración, el rango de variación de la tangente está entre un valor cercano al  $0^\circ$  y  $20^\circ$ . El valor de  $0^\circ$  se excluye en virtud de que el punto matemático no coincide con el punto observable y/o punto observado. Si el área de claridad del campo visual es  $\pi \cdot \text{tang } x \cdot d$  (donde  $d$  es la distancia entre la superficie reflectora y el órgano receptor), entonces el radio de la circunferencia del punto observado es la cota inferior a la que varía la tangente<sup>14</sup>. Las partes que forman la subimagen, no como partes, sino como un todo, son un factor que determina el área de claridad del campo visual. La dimensión del área que interese ver con claridad inducirá a la lente a adoptar una curvatura que favorezca su distinción como un todo. Sin que los puntos de la subimagen desaparezcan, los puntos que no forman a una parte específica de ella son

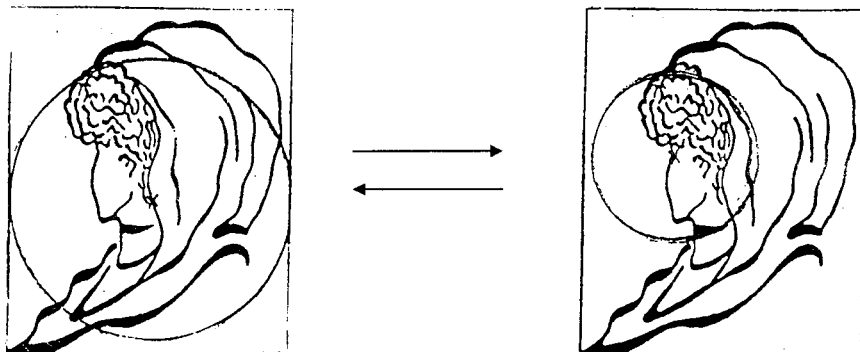
<sup>14</sup> Esto significa que no podrán verse áreas del objeto reflector que estén por debajo del área del punto observable. La información que refleja el punto observable es la unidad de información que procesa el ojo humano.

discriminados y dejados fuera del área de claridad. De este modo lo que era parte de un todo y que no tenía mayor relevancia que las demás partes, toma el lugar del todo del que es parte. El área de claridad que determinaba la subimagen varía y se reduce el área que su parte determina. Si la manera natural de atender las partes de la imagen va de la circunferencia de mayor área al de menor área, ¿qué forma destacaremos en primera instancia en la siguiente subimagen?



Salvo excepciones, la gran mayoría destaca en primera instancia el rostro de una anciana; y sólo después de una búsqueda, en la que se reduce el área de claridad del campo visual a consecuencia de buscar la parte o partes de un todo, logra destacarse el perfil de una joven mujer. No es que el cerebro interprete de diferente manera una misma sucesión de puntos observados, sino que la atención ha variado. En el área de claridad del campo visual aparece con claridad lo que tenga que aparecer. La sucesión de puntos observados que forman el rostro de la anciana no cambia al destacarse el perfil de la joven mujer. Al pasar del rostro al perfil, suceden dos cosas que nada tienen que ver con la interpretación del cerebro: 1) el centro del campo visual cambia en función de que los ojos tienen que girar para poner en el centro de la retina la información de la superficie reflectora que interesa; y 2) el área de claridad del campo visual reduce su circunferencia. Si en las siguientes ilustraciones representamos el centro del campo visual con una

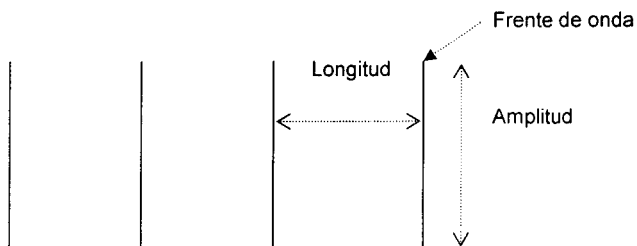
x y el área de claridad del campo visual como el área dentro del círculo, gráficamente podríamos representarnos el paso del rostro de la anciana al perfil de la joven de la siguiente manera:



Si bien entre ser una anciana mujer y ser una joven mujer hay un abismo de diferencias, en nuestro caso no son dos mundos totalmente opuestos los que se observan en ambas situaciones. No es que estemos observado un mundo diferente cuando observamos el rostro de la anciana que cuando observamos el perfil de la joven. Nuestra mirada se encuentra en el mismo mundo, observando bajo dos situaciones de diferentes, en cada una de ellas imponiéndose lo que se ha de observar con claridad y nitidez.

El área de claridad del campo visual tiene por límite inferior al punto observado. Esto significa que no podrá observarse puntos dentro del punto observado; por lo cual, por más que se quiera observar los detalles o partes que pueden constituir a un punto observado, lo más pequeño que puede observarse en la imagen es el punto observado. Si el punto observado está determinado por la información que refleja el punto observable, entonces la información que refleja ese punto observable es la unidad de información que activa a un receptor. Aunque el punto observable se

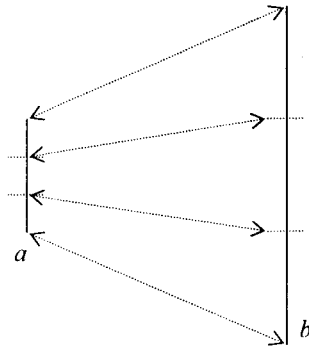
subdivida en puntos más pequeños, la información que refleje cada uno por separado es insuficiente para activar a un receptor. Si bien la longitud y frecuencia de una onda lumínica se asocian con el estado de la neurona que corresponde al punto observado, no son suficientes para activar al receptor. Además de la longitud y frecuencia, una onda lumínica posee otras dos propiedades que pueden explicar la activación del receptor. La amplitud y el frente de onda son dos propiedades fundamentales en el carácter de la información. Por ejemplo, los detalles del objeto que se capturan en una imagen holográfica y que hacen a la imagen mucho más semejante al objeto se deben al frente de onda. La fotografía holográfica, que utiliza al láser como su principal instrumento, es posible gracias a la información contenida en el frente de onda<sup>15</sup>. Si simplificamos la representación tradicional de una onda y la representamos de manera que no se invierta mucho tiempo en dibujos, podemos representarla como una serie de líneas verticales. De este modo, representaremos al frente de onda como una línea vertical, a la longitud de onda como la distancia constante que hay entre las líneas verticales, a la amplitud de onda como la distancia que hay entre los puntos extremos de las líneas verticales y a la frecuencia como el número de líneas verticales que atraviesan en un intervalo de tiempo determinado por un punto de referencia. Así pues, las características de la onda quedarían representadas de la siguiente manera:



<sup>15</sup> Véase a este respecto Jeff Hecht y Dick Teresi, *El rayo láser*, ed. Salvat Editores. Barcelona 1989, pp. 223-260

Si una serie de puntos observables reflejan homogéneamente la misma longitud de onda, observaremos una serie de puntos del mismo color. Y si se reduce el número de puntos observables de la serie que reflejan dicha longitud de onda, el número de puntos observados del color en cuestión se reducirá. La longitud y frecuencia de las ondas lumínicas que capta el sistema óptico del hombre no cambia y, por lo tanto, se ve una región de la imagen más pequeña del mismo color. Lo que cambia es la amplitud del frente de onda. Lo que llega a los receptores, en un momento determinado, es un frente de onda que se compone por la información que refleja cada punto observable. La luz que reflejan los diferentes puntos observables que forman parte del mundo que nos circunda se constituyen en oleadas de información que viajan en todas direcciones y en cada oleada que llega al sistema óptico llega un frente de onda. Si el frente de onda se compone por la información que refleja cada punto observable, entonces la sección mínima del frente de onda corresponde a la información que refleja el punto observable. Aunque haya secciones de menor amplitud a la mínima que activa a un receptor, ninguna de ellas puede activar al receptor y determinar, con ello, un punto observado.

Es una limitación del sistema óptico (y de sus receptores) no activarse con amplitudes menores a un determinado rango. La limitación, sin embargo, parece ser de su lente que no logra distribuir la información en secciones de mayor envergadura y, por ende, tomar a secciones de menor amplitud del frente de onda como unidades de información por los receptores. Si representamos la sección mínima del frente de onda como una línea vertical (la cual no sería más que un punto de la línea vertical que representa al frente de onda en la ilustración anterior) y la subdividimos en tres secciones que no pueden ser tomadas como puntos observables por su amplitud, es posible representar la amplificación de la sección y de sus subdivisiones del siguiente modo:



Si cada una de las subdivisiones de  $b$  tiene la amplitud que tiene  $a$ , en  $b$  se distinguirán subdivisiones que no se distinguían en  $a$ . De igual modo que un amplificador amplía las ondas sonoras en su frente sin alterar su longitud y frecuencia y, por ende, la pieza musical que se reproduce a bajo volumen se escucha como la misma cuando se la reproduce a alto volumen, así también la imagen que se proyecta en la pantalla del sistema óptico con ayuda de un microscopio es la misma que la que se proyectaría sin ayuda de este instrumento si las lentes del sistema óptico tuvieran las características que tienen las lentes del microscopio<sup>16</sup>. Lo que un microscopio óptico hace es amplificar la sección del frente de onda que las lentes del sistema óptico no logran proyectar (sobre la retina) más que como unidad. Al ampliar el frente de la onda lumínica, el microscopio proyecta sobre la retina detalles de la sección que las lentes de su sistema no logran amplificar.

Por tanto, no es en la lente ocular del microscopio donde se observa la imagen del objeto. La lente es un medio a través del cual transita la información que refleja el objeto. Se trata de un

<sup>16</sup> Si las características de las lentes del microscopio óptico más potente las tuvieran las lentes del sistema óptico, nadie o muy pocos dudarian que lo que observamos gracias al microscopio es lo mismo que se observaría a simple vista si las lentes de nuestros ojos lo permitieran. Aunque un microscopio óptico es un instrumento ajeno al sistema óptico, los principios ópticos por los que funciona son los mismos por los que funcionan las lentes del ojo. Observar a simple vista, en este contexto, no significa más que observar con los recursos y limitaciones del sistema óptico.

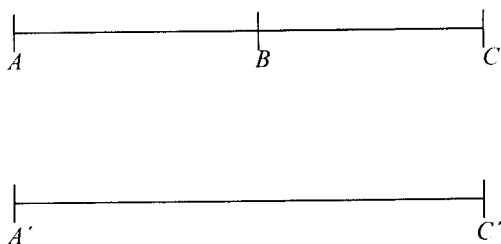
medio mucho más denso que el aire de nuestro entorno. En virtud de que la imagen no se encuentra en el objeto y, dado que no viaja de éste hacia el sujeto, no se encuentra en ninguno de los puntos intermedios del medio entre el objeto y el sujeto, no es posible ubicar a la imagen en este y en ningún otro medio más. La imagen se produce y encuentra en la pantalla. Su existencia, en tanto que se diferencia a la de la pantalla, es tan breve que apenas podría durar unas cuantas fracciones de segundo. En la pantalla, las imágenes se suceden a la misma velocidad a la que se suceden los acontecimientos del entorno ante los que se está. Así, por ejemplo, si el objeto reflector se mueve de izquierda a derecha frente al sujeto, en un espacio que corresponde al que abarca el ojo como su campo visual, los puntos observados que son determinados por la información lumínica que él refleja se encuentran, en cada imagen siguiente, recorridos a la derecha con respecto a la anterior. En cada nueva imagen los puntos observados que corresponden al objeto en movimiento cambian su posición respecto al centro del campo visual.

En la sucesión de imágenes, sin embargo, el sistema óptico tiene también un límite o limitación. En la naturaleza hay una gran variedad de objetos que se mueven a una velocidad a la que el sistema óptico no logra proyectar la serie de puntos observados que a ellos correspondan en sus diversas posiciones en el espacio. Si la retina fuera la pantalla en la que se proyectaran las imágenes y el proyector fueran las lentes del sistema óptico, la velocidad a la que se sucederían las imágenes sería la de la velocidad de la luz<sup>17</sup>. Y de ser así, el mago no tendría éxito en muchos de sus trucos. Lo cierto es que el sistema óptico no logra proyectar una secuencia de imágenes que correspondan a la secuencia de posiciones que va ocupando, por ejemplo, la mano del mago al realizar ciertos trucos. Si el procesamiento o proyección de imágenes procede a una velocidad

---

<sup>17</sup> Es decir, el sistema óptico lograría ubicar, por ejemplo, a un fotón o cualquier objeto que se mueva a la misma velocidad de éste en cada uno de los puntos de su trayectoria: A cada ubicación del fotón en un punto determinado le correspondería una imagen, y la sucesión de imágenes se daría a la misma velocidad a la que pasa el fotón de un punto a otro.

distinta a la de la velocidad de la luz, no sería posible tener la secuencia de imágenes que corresponde a la sucesión de posiciones que tendría un objeto que se mueva a la velocidad de la luz. Si el activador del proyector de imágenes fuera como el más hábil fotógrafo al que se le encomendará registrar con su cámara los acontecimientos de un evento, habría que entender que dicho fotógrafo no tendría la velocidad suficiente para apretar el botón de su cámara en una sucesión inmediata de acontecimientos. Y en caso de que fuera la cámara misma, con mecanismos integrados a ella, la que registrara los acontecimientos de dicho evento, el registrar los acontecimientos que se sucedan tan rápidamente depende de la velocidad a la que corre la cinta en que se registrarán los acontecimientos. Si la velocidad a la que corre la cinta en la que se registran los acontecimientos fuera la mitad a la que se suceden los acontecimientos, se registrarían la mitad de acontecimientos. Esta situación la podríamos representar con dos líneas que corren paralelamente:



En la primera ubicamos los acontecimientos  $A$ ,  $B$  y  $C$  y en la segunda colocamos las imágenes  $A'$  y  $C'$ , que corresponden a los acontecimientos  $A$  y  $C$ . En esta representación la distancia que hay entre  $A$  y  $B$  y entre  $B$  y  $C$  es el tiempo que tarda en suceder un acontecimiento a otro. Y la distancia que hay entre  $A'$  y  $C'$  es el tiempo que tarda en suceder una imagen a otra. Por el tiempo que tarda en suceder una imagen a otra, el sistema no puede proyectar la imagen



correspondiente al acontecimiento *B*. Por esta limitación, no es posible tener una a una las imágenes que correspondan a las distintas posiciones que ocupan los objetos que se mueven a gran velocidad.

A diferencia de la anterior limitación, la cual se superara gracias a la ayuda de amplificadores ópticos, en esta última limitación del sistema óptico, se requiere, por un lado, de instrumentos cuyos mecanismos de registro de información procedan a una velocidad cercana o igual a la velocidad a la que suceden los procesos o acontecimientos que registra. Y, por otro lado, aunque el tiempo que tarda una imagen en suceder a una anterior parece amplio si se lo compara con el tiempo que podría tardar un acontecimiento en suceder a otro, se requiere de instrumentos que logren perpetuar el instante del acontecimiento. Una fotografía es un objeto, una superficie reflectora que refleja información conforme a la información que un acontecimiento reflector imprimió en ella. Una fotografía, de acuerdo a lo que se ha afirmado, no es una imagen, sino un objeto distinto al que protagonizó el acontecimiento. Pero al imprimirse en ella la información proveniente de un acontecimiento, se tiene en ella un objeto que, al reflejar de manera constante la misma información y tenérsela frente en una distancia y ángulo constantes, determinarán una serie de puntos que de forma constante constituirán una subimagen dentro de una imagen. Con una fotografía, pues, es posible hacer suceder una y otra vez la misma imagen a fin de ampliar el tiempo de su existencia.

Los instrumentos de los que se vale el científico amplían, en alguno de sus aspectos, la información que determina imágenes, superando con ello las limitaciones propias del sistema óptico para generar imágenes de objetos de diminuta dimensión espacial o corta duración temporal.

En el fondo, se usen o no instrumentos para ampliar la información, el observar se relaciona con la acción de tener presente imágenes y, más aún, con la acción de destacar con claridad una

determinada región o subimagen de las imágenes. Si la región de mayor claridad o definición de la imagen es el centro del campo visual, entonces observar es tener una subimagen en el centro del campo visual.

Cualquier acción o cosa que se relacione con el poner a una serie de puntos observados en el centro del campo visual, son condiciones de observación, más no la observación misma. De igual modo, si la serie de puntos observados en el centro del campo visual se relaciona, por influencia de alguna teoría, con  $x$  o  $y$  cosa, la teoría en cuestión no determinará a la imagen que se proyectará en nuestra pantalla mental, pues un asunto es la acción de proyectar imágenes y otro muy diferente es la acción de relacionar las imágenes proyectadas con las cosas que las teorías hacen atender.

## SOBRE ALGUNOS CRITERIOS DE OBSERVABILIDAD

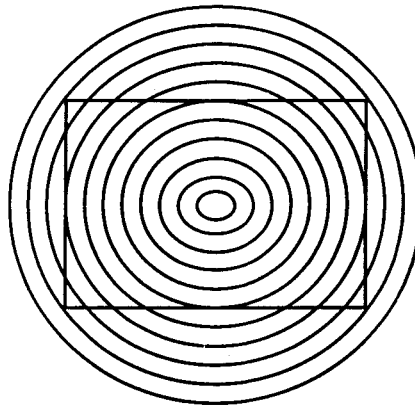
Una de las teorías sobre la observación que más influencia ha ejercido en la filosofía de la ciencia es la de Norwood Russell Hanson. En gran parte, las suspicacias suscitadas en torno a la neutralidad de la observación se deben a la teoría de Hanson. De acuerdo con él, y como vimos anteriormente, la observación es fundamentalmente una interpretación, esto es, una actividad pensante. En la interpretación, el observador simplemente observa una determinada entidad con auxilio de un determinado concepto. El concepto, conforme a la perspectiva de este pensador, es la condición por la que los diferentes entes del mundo circundante se hacen observables. En ausencia de conceptos, el observador se hace literalmente ciego y el mundo circundante pasa desapercibido ante sus ojos. En cuanto condición, los conceptos son como la luz que iluminan los objetos del mundo circundante y los hace visibles, es decir, no hay percepción sin concepto. Para Hanson, no hay percepción que no se haga acompañar de un concepto. La neutralidad de la observación, que no es otra cosa más que la pura percepción, es imposible en un ser pensante como el hombre. Al acompañarse del concepto, la percepción pierde su pureza y adopta algo de éste. Por ejemplo, una misma disposición de líneas, puede ser percibida o bien como una caja vista desde abajo, o bien como un cubo visto desde arriba o bien como cualquier otra cosa similar a estas. Esta disposición de líneas, que no es en sí misma una caja, ni un cubo, ni cualquier otra cosa similar, se presenta o percibe como una caja, un cubo o cualquier otra cosa similar gracias a la intervención de alguno de

estos conceptos en la percepción de dicha disposición de líneas. En general, un mismo objeto puede aparecer de distintas maneras según sea el concepto que tenga el observador al momento de estar frente a él. El concepto que acompañe a la percepción determinará lo que aparezca en ésta. Con su teoría de la observación como interpretación, Hanson explicó a su manera la diversidad de apreciación que se puede suscitar en la observación de un mismo fenómeno. Para este pensador, si diversos observadores llegaran a estar ante un mismo objeto, a la misma distancia y en el mismo ángulo y, sin embargo, observar diferentes cosas; ello se debe a que cada observador tiene presente o piensa un concepto diferente al percibir dicho objeto: no hay una percepción pura de los objetos del mundo circundante, sino que está influenciada o cargada de conceptos o teoría.

Si bien hay quienes como Kuhn han llevado al extremo los planteamientos de Hanson al considerar que con el cambio de teoría (o, en términos de Kuhn, paradigma) el científico entra a un mundo muy diferente al que estaba, también los hay quienes han moderado su postura. Si Kuhn considera que, con el cambio de paradigma, el científico ve, por ejemplo, conejos ahí donde antes veía patos, también hay quienes consideran que, ante cambios científicos como los planteados por Kuhn, el científico no verá cosas diferentes, sino tan sólo aspectos distintos de una misma cosa. No es que se niegue que las teorías tengan una influencia sobre la observación. Lo que se niega es que, siendo la teoría de una naturaleza distinta a la de la observación, tenga la capacidad de modificar sustancialmente el contenido de ésta, esto es, por ejemplo, cambiar un pato por un conejo. Ni siquiera Hanson se atreve a afirmar que los conceptos sean capaces de alterar el orden o la disposición de puntos, líneas o formas que se presentan a la percepción. Lo mismo percibe quien piensa en una caja o piensa en un cubo: la disposición de puntos, líneas o formas que constituyen a la caja o al cubo es la misma para quien piensa en la caja como para quien piensa en el cubo. Los conceptos, teorías o paradigmas no imponen formas a la sustancia para su observación, sino, a lo más, imponen a la vista el qué mirar o dónde ver.

Muy al contrario; los puntos, líneas y formas se imponen a la vista una vez que ésta se ha puesto en ellos. Quienes se apresuraron en tomar la teoría de la observación de Hanson y la interpretaron como cambio de conceptos igual a cambio de imágenes visuales, no tomaron en cuenta las destrezas del ojo humano. El ojo no sólo es capaz de captar detalles de las cosas por estar a una cierta distancia y ángulo de ellas. Así como hay músculos que permiten al ojo moverse horizontal, vertical o, inclusive, circularmente, también los hay que le permiten modificar el ángulo de sus lentes y enfocar mucho mejor determinados objetos que se encuentren a cierta distancia. Quienes hacen a un lado destrezas como estas del ojo, esperarían que cualquiera que esté a la misma distancia y observe desde el mismo ángulo un objeto vea lo mismo. Sin considerar que a la misma distancia y sobre el mismo ángulo dos individuos que están ante un mismo objeto pueden enfocar diferentes regiones de éste, Hanson concluye que el observar una vieja o una joven dentro de una misma ilustración se debe a que el ojo, influenciado por conceptos diferentes, presenta una misma disposición de puntos, líneas o formas como una vieja o como una joven. Es cierto que dos individuos cualesquiera pueden estar ante la misma ilustración, a la misma distancia y en el mismo ángulo, y sin embargo uno ver a la vieja y el otro a la joven; pero hay que considerar que la imagen de la vieja aparece sobre una determinada región de la ilustración y la de la joven sobre otra. Aunque la imagen de una sea contigua a la de la otra y los puntos o líneas que constituyen a una sean un subconjunto de los puntos y líneas que constituyen a la otra, ello no implica que esté en la misma región de la ilustración. Sin que desaparezcan los puntos o líneas, nuestra mirada puede ser enfocada sobre ciertas regiones e imponerse los puntos o líneas de cada una de ellas como una joven o como una anciana. La diferencia entre ver la vieja y ver la joven de la misma ilustración está en la diferencia de áreas que atiende y enfoca la mirada. Cuando se pone la mirada sobre una determinada región, uno no puede impedir que los puntos, líneas y demás elementos que se encuentran en ella impongan a la vista la forma en la que están dispuestos o un

determinado efecto óptico. Así como hay ilustraciones que sugieren, sin considerar que éstas son relativamente extensas como para contener diferentes regiones o áreas que no necesariamente son atendidas a la vez por la mirada, que en su observación pueden percibirse diferentes cosas a consecuencia de contar con diferentes conceptos al momento de la percepción; también hay de las que sugieren lo contrario. La siguiente ilustración es un claro ejemplo de que, a pesar de que el observador sabe que las líneas que constituyen los lados de los rectángulos son rectas, un concepto como el de rectitud no logra enderezar lo que ópticamente se nos impone como líneas curvas.



Si bien las teorías pueden hacernos ver cosas diferentes, no es porque sus conceptos impongan formas a las cosas del mundo circundante del observador, sino porque, como lo sugiere la postura moderada de Peter Achinstein, éstas hacen al observador atender determinados aspectos de un mismo objeto *X*. De acuerdo a Achinstein, tanto el observador que presta atención al aspecto *Y* de *X* como el que presta atención a *Z* de *X* hablan con propiedad dentro de su comunidad

científica al afirmar ambos que observan  $X$ . No importa a qué aspecto se preste atención, siempre y cuando sea un aspecto de  $X$ , está permitido, en el uso del lenguaje científico, decir que se observa  $X$  al observar uno u otro aspecto de  $X$ . Si, como lo señala Achinstein, los científicos hablan indistintamente de observar  $X$  cuando en realidad observan aspectos específicos de éste, es de esperar que, si en la práctica la teoría ha determinado observar ciertos aspectos de  $X$  y, ante el cambio de teoría, la nueva determina observar otros aspectos de éste, al observarlos los científicos afirmen sin matiz alguno que observan cosas (o mundos) diferentes al observar  $X$ . Si consideramos la teoría de la observación de Achinstein e intentamos decir de una manera moderada y sensata lo que otros pudieron haber dicho de una manera apresurada e imprecisa, estaríamos diciendo que el cambio de mundo que consideran algunos filósofos no es otra cosa mas que atender un aspecto de  $X$  distinto al que se venía atendiendo por consideración a una particular teoría prevaleciente. En vez de decirse que ante un mismo objeto  $X$ , a la misma distancia de él y visto desde el mismo ángulo, se percibe un mundo diferente a través de conceptos o teorías diferentes, debería decirse que se atienden y observan aspectos diferentes de un mismo objeto  $X$  a través de marcos teóricos diferentes. Tanto en la forma de decir de Achinstein como en la forma de decir de Hanson o Kuhn se reconoce que, en la observación, se está ante un mismo objeto; pero mientras la primera enuncia el hecho de observar distintas cosas como observar distintos aspectos de un mismo objeto, la segunda enuncia el mismo hecho como observar mundos distintos, sugiriendo con ello que, con el cambio de teoría, en realidad se entra a un mundo distinto. El que el concepto de rectitud no pueda enderezar los lados del rectángulo inscrito en uno de los círculos de la anterior ilustración, y el que algunos filósofos no hayan considerado las capacidades del ojo para enfocarse en determinadas regiones de un mismo objeto, son indicio de que la teoría de la observación de Achinstein explica el porqué pueden verse cosas diferentes cuando se observa un mismo objeto a la misma distancia y en el mismo ángulo.

Para Achinstein, la condición que hace observable a un objeto  $X$  es la de prestar atención a uno de sus aspectos:  $X$  es observado si se presta atención visual a uno de sus aspectos. Si se ven todos los aspectos de  $X$  y no se destaca uno en particular (si no se ve a detalle un aspecto específico de  $X$  o no se aprecia o capta a detalle este aspecto), no se observa a  $X$  aun cuando puede decirse que se ve.

Aunque en lo específico Achinstein difiere de Hanson en cuanto a lo que es la observación, ambos le conceden un carácter objetivo a la disposición de puntos, líneas o demás cosas que constituyen al objeto en su superficie. Es decir, la relación que guardan entre sí los puntos, las líneas, o los aspectos entre sí, no es algo que ponga el observador al objeto observado. En el caso de Hanson, éste afirma que, aun cuando un observador vea una vieja y otro una joven, ambos perciben la misma disposición de puntos y líneas<sup>1</sup>. Y por lo que respecta a Achinstein, éste afirma que se puede observar ciertos aspectos de  $X$  con relación a otros, esto es, la disposición que guardan entre sí los aspectos de  $X$ <sup>2</sup>: sin que se observen los demás aspectos de  $X$  se los puede ver con relación al aspecto que se observa. El aspecto que se observa se ve en una posición determinada con respecto a los demás aspectos de  $X$  que tan sólo se ven.

En cuanto a la disposición que guardan entre sí los puntos y líneas (o aspectos) que constituyen a un objeto  $X$  en su superficie (o a su imagen que presenta al sentido de la vista), como Hanson y Achinstein, Hacking asume la postura de que ésta tiene un carácter objetivo. La disposición que guardan entre sí los puntos, líneas o formas que constituyen a una imagen (que es la que finalmente ve el observador) no es un agregado o una aberración del instrumento con el que se observa un determinado objeto. Como los ojos, microscopios y telescopios captan la disposición que guardan entre sí los aspectos del objeto. Estos instrumentos de observación, como los ojos,

---

<sup>1</sup> Cfr. Hanson, *op. cit.* p. 219

<sup>2</sup> Cfr. Achinstein, *op. cit.* 334



captan lo que hay en el objeto. En lo fundamental, Hacking descarta que el orden en el que se presentan los puntos, líneas o demás formas que constituyen a la imagen que se observa sea distinto al orden en el que se encuentran sus correspondientes elementos en el objeto: si a través del microscopio se ve un orgánulo con la forma esférica dentro de la célula, es porque lo que lo constituye está dispuesta en forma esférica; y si este orgánulo se presenta en la imagen entre dos estructuras con formas diferentes, es porque lo que constituye a éste está realmente entre lo que constituye y configura a las otras dos estructuras. A este respecto, no hay ningún agregado o aberración a lo que se ve con los ojos o con instrumentos de observación. Así como el concepto no puede trastocar el contenido de la percepción o el prestar atención a un determinado aspecto de  $X$  no puede hacer que los demás aspectos de éste no se vean dispuestos como se ven, la teoría que conduce al uso de un determinado instrumento de observación, como microscopios y telescopios, no puede afectar el contenido de lo que se observa mediante él. La imagen que tiene ante sí, en un microscopio, un biólogo que sigue una determinada teoría biológica es la misma que tendrá ante sí, en el mismo microscopio, un biólogo que sigue la teoría biológica opuesta y rival. El que uno vea una determinada región de esta imagen y capte con detalle las formas que en ésta se encuentran y que el otro vea otra región y aprecie las estructuras que en ella se localizan no significa que la imagen que se proyecta en la lente del microscopio o en su pantalla sea diferente para ambos.

A diferencia de Achinstein, Hacking considera la observación como el acto mismo de ver. En este sentido, no es necesario prestar atención visual a un determinado aspecto del objeto  $x$  para decir que se lo observa, sino que basta con tenerlo presente a la mirada para que el acto de observar se realice. Es decir, uno observa  $X$  sin que tenga que prestar atención a uno de sus aspectos. En todo caso, para Hacking, si presta atención al aspecto  $Y$  de  $X$  y se lo ve, no debiera decirse que se observa  $X$ , sino que observa  $Y$ . Así por ejemplo, cuando se mira el rostro de una persona, debiera decirse que se observa dicho rostro y no que se observa a la persona de la que es

propiedad tal rostro. Para Hacking, observar  $X$  no significa que se preste atención visual al aspecto  $Y$  de  $X$  y se le vea predominantemente sobre los demás aspectos, sino que es ver a todos sus aspectos (los que se presentan a la mirada) por igual. Observar  $X$  no es verlo sólo en una de sus partes, sino verlo como la totalidad que se presenta a la vista. A este respecto, si para Achinstein es posible decir que se observan electrones o cualquier otra partícula subatómica al observar los efectos que provocan a su paso por la cámara de niebla, para Hacking no sería posible afirmar que se observan dichas partículas si no se ven como son: si, por ejemplo, fueran diminutas esferas, no se observarían si no se ve su esfericidad u otros aspectos similares a ésta. Para Hacking, pues, ver las líneas que se forman en la cámara de niebla con el paso de electrones, no es propiamente observar electrones, sino el efecto que estos producen en su entorno.

Así como no puede decirse que se observa el virus de la gripe al verse los síntomas que presenta la persona portadora de él, tampoco puede decirse que se observa electrones por los efectos que provoca en la cámara de niebla. Para Hacking, quien considera que las observaciones de la ciencia moderna se realizan a través de instrumentos, observar el virus de la gripe es verlo con ayuda del microscopio. No es que Hacking niegue la posibilidad de ver electrones o de que los electrones puedan ser observados. Lo que Hacking exige, en todo caso, es que, así como los microscopios permiten al ojo captar imágenes de virus u otras diminutas entidades, así también podría llegarse a tener instrumentos que permitan al científico ver electrones. Para Hacking, mientras los electrones no se vean de esta manera, no se observarán en sí, sino tan sólo los efectos que provocan en su entorno. Lo que Hacking exige es que los instrumentos utilizados para observar determinadas entidades, sean capaces de generar las imágenes de estas diminutas entidades siguiendo los mismos principios que siguen los ojos para generar imágenes. No importa que la imagen de la diminuta entidad se proyecte en una lente o en una pantalla, siempre y cuando sea una imagen que respete los atributos espaciales de la entidad. Para Hacking, aun cuando los

patrones de difracción de rayos x son imágenes que se producen por principios ópticos específicos, dichas imágenes no corresponden a la entidad misma. Un patrón de difracción se forma a consecuencia de que los rayos x que se difractan en una determinada sustancia son desviados hacia diferentes puntos y pueden interferirse entre sí. En cierto grado, lo que ve uno en un patrón de difracción de rayos x es la sombra de la sustancia que se proyecta en una pantalla. Además, en un patrón de difracción de rayos x, la dimensión relativa de los elementos que en él aparecen se presenta inversamente: lo pequeño aparece grande con relación a lo que es pequeño. Al ver un patrón de difracción de rayos x no se ve la imagen que tiene una determinada sustancia o molécula, esto es, no se ve su forma o la disposición espacial que guardan entre sí sus diferentes componentes, tan sólo se ve la sombra que ésta produce al pasar los rayos x a través de ella. La situación sería diferente si los rayos difractados en lugar de proyectarlos en una pantalla fueran proyectados sobre un analizador que, calculando, entre otras cosas, tanto el punto de difracción de cada rayo difractado como la distancia que cada uno de ellos recorre, pudiera elaborar, sobre la base de dicha información, una imagen de la molécula o sustancia en cuestión. Para Hacking, pues, lo que se ve a través de instrumentos es de lo que debe afirmarse que se observa. Si en la cámara de niebla se ve líneas trazadas presumiblemente por una determinada entidad, se observa a las líneas y no a la entidad que las trazó. Las líneas en la cámara de niebla confirman la presencia en ella de electrones, pero observar líneas no es observar electrones. Así como ver la sombra de una persona en una pared no es observar a la persona, así también el ver un patrón de difracción de rayos x no es observar a la sustancia o molécula que la produce. Pero tanto el ver la imagen de una persona en una fotografía como ver la imagen de un virus en la lente o pantalla son casos de observar.

Para Hacking, la condición de observabilidad de los objetos consiste en la disposición de éstos para ofrecer su imagen a los ojos, ya sea de manera directa o mediante un instrumento: un

objeto es observado si se ve su imagen, no importa si dicha imagen se proyecta directamente a los ojos o si se proyecta sobre unas lentes o una pantalla.

A este respecto, si bien Shapere parece rechazar la postura de Hacking y, por ende, respaldar la de Achinstein, este es un asunto secundario dentro de la teoría de la observación de Shapere. En esta teoría es posible afirmar que se observa la región central del sol al escucharse los clicks de un determinado instrumento que detecta su presencia de estas partículas. Para Shapere no está en discusión el sentido de la oración en la que se afirma observar la región central al escucharse los clicks de un instrumento. Lo importante para él es que los instrumentos detecten la información proveniente de determinadas fuentes. En su teoría es irrelevante si la información provee o no una imagen de su fuente. En este pensador, la condición de observabilidad de un determinado objeto (o fuente) es que la información proveniente de él llegue al receptor sin alteraciones o interferencias. Mientras el contenido de la información que capta un receptor sea el mismo al de su momento de emisión por parte de la fuente (no importa que contenga o no elementos que correspondan o de los cuales se pueda obtener una imagen de la fuente), es suficiente para afirmar que se la ha observado.

Aun cuando en sus teorías Shapere y Hacking coinciden en considerar a las observaciones de la ciencia moderna como observaciones que realizan mediante instrumentos o artefactos, una diferencia sustancial entre ambas teorías está en el papel que juegan los propios instrumentos en la observación. Mientras que para Hacking los instrumentos son simplemente un medio a través del cual se realiza la observación, esto es, el observador los utiliza para llevar a cabo observaciones y nunca por sí mismos pueden realizar observaciones, para Shapere los instrumentos son entidades que, al captar información, llevan a cabo observaciones. Si dentro de un proceso cognitivo el científico ve o consulta la información registrada por el instrumento, no puede negarse que realiza una observación, pero, desde la perspectiva de Shapere, tampoco puede negarse que el instrumento

que registró dicha información realizó una observación. Lo que con ello propone Shapere es que las observaciones, en la ciencia, no siempre las realiza un observador humano. El científico puede no estar presente observando la información al momento que el instrumento la registra y, sin embargo, llevarse a cabo una observación por parte de dicho instrumento. El científico no necesita estar presente al momento que un instrumento realiza una observación para que dicha observación tenga un valor epistémico dentro de la ciencia.

En la teoría de la observación de Shapere está implícitamente presente un punto que ni la teoría de Hanson, Achinstein y Hacking contienen implícitamente. A diferencia de las teorías de éstos, la teoría de la observación de Shapere implícitamente ubica a la observación como algo que sucede en un determinado momento y en un determinado lugar. Al distinguir al receptor de la fuente, distingue la recepción de información de la emisión de información. Uno es el momento en que la fuente emite información y otro el momento en que el receptor recibe dicha información. Uno es el lugar en el que se encuentra la fuente al momento de emitir información y otro el lugar en el que se encuentra el receptor al momento de recibir tal información. La observación, que es recepción de información, sucede al momento que el receptor (ya sea un instrumento o un observador humano) capta la información proveniente de la fuente.

Como Hanson, Achinstein y Hacking, Shapere concede a los datos de la percepción o a la información captada por los receptores un carácter objetivo. Lo que se ve con los ojos o las imágenes que se proyectan en las lentes de un microscopio o los neutrinos que quedan capturados en un gas se distingue de lo que se ve en los sueños o de las aberraciones producidas por un instrumento en que la información que lo determina proviene de la fuente y no del receptor mismo. Una auténtica situación de observación tiene, para Shapere, como protagonistas a: 1) una fuente, 2) una transmisión de información, y 3) un receptor. En la teoría de Shapere, una presunta observación a la que le falta alguno de estos tres elementos o condiciones quedará como tal, es

decir, como una observación hipotética. Una observación en la que, por ejemplo, la información no viaje de la fuente al receptor es una pseudo-observación, y nunca será una auténtica observación física. Lo mismo una observación en la que el observador sea una mera figura retórica (un observador no físico y real) es una observación meramente creada por la imaginación, una observación que jamás podría darse en el plano físico. A este último respecto se refería Ortega y Gasset en los siguientes términos: “En el espectáculo cósmico no hay espectador sin localidad determinada. Querer ver algo y no querer verlo desde un preciso lugar, es un absurdo”<sup>3</sup>.

De las teorías de observación que se han analizado y de los criterios de observabilidad que cada una de ellas propone, y aunque todas ellas tienen algo digno de tratar y desarrollar, tan sólo retomaremos algunos puntos de la teoría de Shapere para analizar algunas cuestiones con relación a la manera como Einstein se refiere a la observación en sus planteamientos de la teoría especial de la relatividad.

---

<sup>3</sup> De José Ortega y Gasset, *El sentido histórico de la teoría de Einstein*, en “Albert Einstein y otros”, compilación de L. Pearce Williams, ed. Altaya, Barcelona, 1993, p. 169.

## CAPITULO 3

## LA OBSERVACIÓN COMO ACONTECIMIENTO

En el presente capítulo analizaremos las ideas de Einstein sobre la observación, desde la perspectiva de la noción de observación de Shapere, que fue a favor de la que argumentamos en el capítulo anterior, y desde la perspectiva de la diferencia que establecimos en este mismo capítulo entre las nociones de *observable* y *observado*.

La teoría general de la relatividad, de acuerdo a su propio autor, se basa en algo que debió haber sido evidente a los ojos del físico, pero que, sin embargo, les pasó desapercibido durante casi tres siglos, a saber, la equivalencia entre la masa inercial y la masa gravitatoria. A juzgar por el caso, bien parece que el científico se ocupa más en obtener las consecuencias de sus nociones que entenderlas en sus más sutiles detalles. Pero el avance de la ciencia, como lo sugiere el caso de la teoría general de la relatividad, no sólo está en inferir consecuencias de las nociones ya establecidas, sino también en detenerse a revisarlas a fin de entenderlas y encontrar entre ellas las relaciones que pasan desapercibidas al análisis superficial. El avance de la física moderna exige -si no al científico, sí al filósofo de la ciencia- revisar las nociones básicas sobre las que ésta se apoya, entre ellas, sin duda, las nociones relativistas. Para este propósito, la obra escrita por Einstein en 1917, "*Sobre la teoría especial y la teoría general de la relatividad*"<sup>1</sup>, es una mina de oro para el

---

<sup>1</sup> La formulación original de la teoría especial de la relatividad apareció en 1905 bajo el título de "Sobre la electrodinámica de los cuerpos en movimiento". El análisis que hacemos de esta teoría se basa fundamental en la obra de 1917.



análisis. Una noción de la teoría especial de la relatividad en la que no se ha puesto la debida atención por considerársele de poco interés a los fines de la física, es la noción de observación. Si bien a la observación, al tomársele como una actividad del sujeto, se le ha considerado como una instancia ajena al sistema físico que se intenta describir y de poco interés para la física, en la teoría especial de la relatividad se le toma como pieza clave de la descripción física del sistema. Si no es de total importancia para el físico el hecho de que al observador se le considere, en la teoría especial de la relatividad, como parte del sistema físico que se pretende describir, sí lo debiera ser para el epistemólogo interesado en precisar los beneficios que ha traído la teoría de la relatividad a la física como descripción de un mundo dinámico. En las siguientes páginas habremos de intentar precisar algunos puntos relacionados con la observación en la teoría especial de la relatividad que han pasado desapercibidos o que no han sido formulados adecuadamente y de los cuales podrían extraerse consecuencias de interés no sólo para el epistemólogo, sino también para el físico.

En su obra “La evolución de la física”, escrita en colaboración con Leopold Infeld, Einstein concibe al acontecimiento como aquello que se encuentra caracterizado por cuatro números<sup>2</sup>: los valores numéricos de las coordenadas espaciales  $x$ ,  $y$  y  $z$ , y el valor numérico de la coordenada temporal  $t$ . Aunque la caracterización de acontecimiento se puede relacionar con cualquier cosa o, en términos del lenguaje de la física, con cualquier partícula que se localice en un sistema de coordenadas espacio-tiempo, la caracterización se refiere primordialmente a aquello que sucede en un instante. Para Einstein el acontecimiento no es el que una partícula se localice sólo en el espacio, sino también en el tiempo. Para la física prerrelativista, el acontecimiento, sin embargo, se relaciona tan sólo con el estar de la partícula en el espacio. Si consideramos a una partícula que se mueve de manera circular con respecto a un sistema de coordenadas y su órbita se encuentra en reposo respecto a este mismo sistema de coordenadas, tendremos dos versiones respecto a lo que

---

<sup>2</sup> Cfr. Einstein Albert, *La evolución de la física*, ed. Salvat, Barcelona, 1993, pp. 160-168

es un acontecimiento: 1) de acuerdo a la física prerrelativista, en cada ciclo que cubra la partícula, sucede el mismo acontecimiento pero en diferentes momentos del tiempo, esto es, el estar de la partícula en un mismo punto del sistema de coordenadas  $x, y$  y  $z$  sucede en diferentes instantes  $t$  de tiempo; 2) en tanto que para Einstein, el estar la partícula en un mismo punto de las coordenadas  $x, y$  y  $z$ , en tiempos  $t$  diferentes, se refiere a acontecimientos diferentes. Considerar el estar de una partícula en un punto determinado del espacio como un mismo acontecimiento o como acontecimientos diferentes dependerá de si se desliga o liga al estar de la partícula en el espacio del estar en el tiempo. Para Einstein describir al acontecimiento de una u otra manera son formas equivalentes, pero con la ventaja de que la segunda es más objetiva o apegada a lo que sucede en realidad<sup>3</sup>. Desde la perspectiva de Einstein, los acontecimientos suceden, a la vez, en el espacio y el tiempo.

Una particularidad en los planteamientos de Einstein, que es muy evidente en "*Sobre la teoría especial y la teoría general de la relatividad*", es la de considerar la conducta de los acontecimientos con relación a la observación, ligándolos, con ello, al observador. De este modo, no sólo el acontecimiento que se observa se encuentra localizado en un punto determinado de un sistema de coordenadas espacio-tiempo, sino también el observador que lo observa. Por tanto, si la observación es realmente una actividad que se realiza en el observador, se le puede ubicar en el punto mismo en el que se encuentra el observador. Si bien al observador se le puede considerar, sin mucha dificultad, como un acontecimiento en el continuo espacio-tiempo, no conviene referirse a él como tal. Es más propio referirse a lo que hace o realiza el observador como acontecimiento que al observador mismo, ello en virtud de que lo que hace el observador es pasajero conforme a la

---

<sup>3</sup> La situación es similar en la descripción de los puntos dibujados en una hoja de papel. Los puntos no sólo existen en el papel, esto es, en un plano bidimensional, sino en un espacio físico de tres dimensiones. En cierto modo, abstraer al punto de la tercera dimensión es como alejarlo de su realidad o considerarlo menos a como es. Los puntos de la hoja, en cuanto puntos reales, son puntos espaciales de tres y no dos valores.

idea de acontecimiento que maneja Einstein<sup>4</sup>. En este sentido, hablar o tirar una piedra es más fácilmente identificable como un acontecimiento que la persona que habla o tira la piedra. Así pues, pronunciar la palabra “mamá” es un acontecimiento en tanto que puede caracterizarse por números específicos  $x$ ,  $y$ ,  $z$  y  $t$ , esto es, sucede que alguien pronuncia la palabra “mamá” en algún lugar y momento específico. Una pronunciación idéntica de la misma palabra por la misma persona en otro lugar o tiempo corresponderá a un acontecimiento distinto. En este orden de ideas, al igual que hablar, pronunciar y tirar piedras, el observar es también un acontecimiento. En el mismo sentido que es un acontecimiento el que alguien hable, pronuncie o tire piedras en algún lugar y momento determinado, también es un acontecimiento el que alguien observe en algún lugar y momento determinado. La observación encaja sin mucha dificultad con la idea de acontecimiento que maneja el propio Einstein.

Al preguntarse sobre la simultaneidad, Einstein se responde asimismo de la siguiente manera:

“Tras cavilar durante algún tiempo propones lo siguiente para constatar la simultaneidad: medir el trayecto  $AB$  a lo largo de los carriles y colocar en el punto medio  $M$  de dicho trayecto un observador provisto de un dispositivo (dos espejos que formen  $90^\circ$  entre sí, por ejemplo) que le permita una fijación óptica simultánea de ambos lugares  $A$  y  $B$ . Si el observador percibe ambos rayos simultáneamente, es que son simultáneos”<sup>5</sup>

Con ello, Einstein no sólo ofrece una definición de simultaneidad, sino que, además, pondera la relevancia que tiene en la misma definición el ubicar al observador dentro del sistema de coordenadas en el que se encuentra. La definición presupone: 1) que la luz se desplaza a una velocidad no infinita, que es la misma para cualesquiera que sea la partícula de luz y para

---

<sup>4</sup> El que una partícula esté en un punto del continuo espacio-tiempo es algo que sucede y no se prolonga eternamente.

<sup>5</sup> Einstein Albert. *La teoría especial de la relatividad*, en Albert Einstein y otros, selección de L Pearce Williams. ed. Altaya, Barcelona. 1993. p. 77

cualesquiera que sea la dirección que tome ésta en su desplazamiento, y 2) que a dos partículas de luz cualesquiera les lleva el mismo tiempo recorrer la misma distancia.

A fin de ahondar en la naturaleza de la observación como un acontecimiento nos detendremos a analizar estos dos presupuestos desde la perspectiva de la teoría de la observación de Dudley Shapere. Como vimos anteriormente, Shapere considera tres instancias como partes de una situación de observación: 1) emisión de información, 2) transmisión de información y 3) recepción de información. A la primera de estas instancias la asocia con una fuente y a la segunda con un receptor. Si bien en la teoría especial de la relatividad la luz se mueve con independencia del movimiento de su fuente y, por tanto, a este aspecto, se la puede tratar con respecto a la teoría de la transmisión, la teoría de la fuente es relevante en razón de que precisa que esa luz que se encuentra viajando o ha viajado inició su viaje en algún lugar y momento determinado. El lugar y momento determinado en el que la luz inicia su viaje, y su movimiento se hace independiente con respecto al movimiento de su fuente, permite considerar a la fuente misma como un punto. Llamemos punto emisor ( $p_e$ ) al punto de un sistema de coordenadas en el que se encuentra un emisor puntal cuando la luz se desliga de él. Es de apreciar que este punto se encuentra en la misma relación con respecto a los demás puntos del sistema de coordenadas antes, durante y después de que la luz se desprende de su emisor puntal. Aunque es posible hacer coincidir las mismas instancias en una misma situación (esto es, la emisión de una misma partícula de luz por una misma partícula emisora que se encuentra en el mismo punto espacial de un sistema de coordenadas), no por ello debe decirse, de acuerdo a la perspectiva de la relatividad, que la misma emisión de luz se repite. Considérese, por ejemplo, la situación en la que dos individuos llevan a cabo el experimento en el que cada uno de ellos dirige la luz reflejada del espejo que tienen en mano al espejo del otro, en el cual una partícula de luz rebota de un espejo a otro en un vaivén constante. En esta situación imagínese que esta partícula de luz incide y es reflejada por el mismo

punto del espejo que se encuentra en el mismo punto de un sistema de coordenadas. Aunque una misma partícula de luz fuera emitida o reflejada desde el mismo punto emisor, es claro, conforme a lo que se ha precisado, que cada emisión o reflejo es un acontecimiento diferente<sup>6</sup>, ello en virtud de que el valor de  $t$  es distinto en cada uno de ellos. Así pues, siendo estrictos, encender una misma bombilla en un mismo lugar varias veces no es, para Einstein, repetir un mismo acontecimiento varias ocasiones en momentos diferentes.

En la definición de simultaneidad, Einstein coloca al observador en el punto medio de un trayecto  $AB$ , en cuyos extremos  $A$  y  $B$  coloca los puntos de partida de dos rayos de luz, esto es, los puntos a los que, en el lenguaje de Shapere, podemos llamar puntos emisores  $p_a$  y  $p_b$ . De acuerdo a la definición de simultaneidad, la distancia de  $p_a$  a  $M$  es la misma que la de  $p_b$  a  $M$ . La definición considera a  $M$  como el punto en el que coinciden los rayos de luz emitidos en los puntos  $p_a$  y  $p_b$ . Es en relación con este punto  $M$ , en el que se encuentra el observador, que Einstein establece la simultaneidad: "Si el observador percibe ambos rayos simultáneamente, es que son simultáneos"<sup>7</sup>. La percepción simultánea de los rayos  $a$  y  $b$ , que es fundamental en la definición de simultaneidad, queda caracterizada, conforme a la concepción Shapere, como una observación. Para Shapere, la observación es la recepción de información por parte del receptor, y sucede, en este sentido, cuando la información llega al receptor, esto es, para decirlo en términos en los que se expresa la teoría especial de la relatividad, cuando es percibida por el observador. En este caso, la simultaneidad de las caídas de los rayos en los puntos  $A$  y  $B$  corresponde a la llegada simultánea de ambos rayos al punto  $M$  en el que se encuentra el observador. Al igual que la fuente, para fines de análisis, se puede considerar al observador como una entidad puntual. En este caso llamaremos punto receptor ( $p_r$ ) al punto del sistema de coordenadas en el que se encuentra el observador

---

<sup>6</sup> Esta es una importante aseveración cuyas consecuencias consideraremos detenidamente en algún otro trabajo.

<sup>7</sup> Idem.

puntual al momento que percibe o llega a él la luz proveniente de un punto emisor<sup>8</sup>. Como en el caso de la emisión de luz, una recepción de luz podría tener como protagonistas a una misma partícula de luz y a un mismo observador ubicado en un mismo punto del espacio tridimensional de otra recepción y no por ello ser el mismo acontecimiento. Cada recepción de luz u observación sería un acontecimiento distinto en virtud de que cada una de ellas sucede en un lugar o momento determinado. La observación, en cuanto acontecimiento, sucede ahí donde se encuentra el observador cuando recibe la información lumínica proveniente de un punto emisor.

A la observación (en cuanto recepción de información lumínica por un receptor humano), lo mismo que la emisión de luz por una fuente, le corresponderán, en cuanto acontecimiento, números específicos  $x$ ,  $y$ ,  $z$  y  $t$ . En la teoría especial de la relatividad no existe ninguna dificultad para precisar estos cuatro números si se define el sistema de coordenadas al que pertenece el punto  $p_r$ . Para Einstein, un sistema de coordenadas se puede ubicar en cualquier cuerpo rígido. Aunque es posible considerar como punto de origen<sup>9</sup> del sistema de coordenadas al punto emisor, puede tomarse cualquier otro. Aunque tiene al menos una ventaja considerar al punto emisor como punto de origen del sistema de coordenadas espacio-tiempo, Einstein, a pesar de ello, no lo consideró explícitamente en su planteamiento de la teoría especial de la relatividad. La ventaja es que muestra inmediatamente "el transcurrir del tiempo como el moverse de la luz dentro de un marco de referencia" y a cada valor de  $t$  como el estar de la partícula de luz (cualesquiera que se considere) en un punto del espacio. Einstein considera de una manera aún más compleja la fusión espacio-tiempo, como puede apreciarse en la siguiente cita: "Los tiempos locales de todos los puntos del espacio, tomados conjuntamente, constituyen el <tiempo> perteneciente al sistema

---

<sup>8</sup> Aunque hubiese sido preferible definir al punto emisor o al punto receptor como el punto en el que, respectivamente, la luz se desprende de su fuente o une al receptor, preferimos las definiciones dadas en virtud de que nos evitan ciertas complicaciones de expresión

<sup>9</sup> Es el punto en el que arbitrariamente se considera:  $x = 0$ ,  $y = 0$ ,  $z = 0$  y  $t = 0$ .

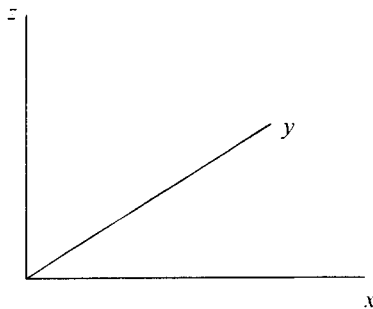
inercial elegido. siempre que se dé un medio de *<poner en hora>* estos relojes uno con respecto a otro<sup>10</sup>. Aunque para Einstein estar en el espacio es estar intrínsecamente en el tiempo, ello no implica (conforme a lo que se ha señalado es un *acontecimiento* para Einstein) que al estar permanentemente en un punto del espacio se está permanentemente en el mismo instante del tiempo o que el valor de  $t$  al estar ahí sea permanente o constante. Sin controversia alguna, Einstein podría conceder colocar el punto de origen del sistema de coordenadas espacio-tiempo en alguno de los puntos extremos del trayecto  $AB$ , pues implícitamente lo hace en su definición de simultaneidad. Para Einstein, el momento o valor de  $t$  en el que sucede la percepción del rayo proveniente del punto  $A$  (que es el mismo en el que se percibe el rayo proveniente del punto  $B$ ) es el tiempo que le lleva a dicho rayo recorrer la distancia entre los puntos  $A$  y  $M$ , que es la misma que hay entre  $B$  y  $M$ . De este modo se tiene que, si la percepción del rayo  $a$  tiene como valor de  $t$  a 5 segundos, el punto desde el que el rayo  $a$  inicia su viaje hacia  $M$  se encuentra a una distancia  $d$  que se determina mediante la relación  $ct = d$ , en la que  $c$  es la velocidad de la luz,  $t$  el valor numérico del tiempo y  $d = AM$ , que para el caso es de 1500000 Km. A esta distancia se encuentra el punto en el que sucede la emisión o reflejo del rayo  $a$  hacia  $M$  y en el que se le hace corresponder a dicho acontecimiento el valor 0 como su valor  $t$ . Es de apreciar que cualquiera de los dos puntos  $A$  o  $B$  puede ser elegido como punto de origen del sistema de coordenadas si se adopta como criterio de elección tan solo el valor de  $t$ : cuando el rayo  $a$  parte de  $A$ , el rayo  $b$  parte de  $B$ . Pero así como la emisión del rayo  $b$  sucede cuando sucede la emisión del rayo  $a$ , puede haber otros tantos acontecimientos dentro del sistema de coordenadas que sucedan cuando aquellos sucedan y todos ellos tendrán a 0 como su valor  $t$ . Y no sólo los puntos del espacio tridimensional en los que suceda un acontecimiento podrían considerarse como puntos de origen en cuanto a  $t$ ,

---

<sup>10</sup> Einstein Albert. *Notas autobiográficas*, en Albert Einstein y otros, selección de L. Pearce Williams, ed. Altaya, Barcelona, 1993. p. 103

sino también todos los puntos del sistema en los que no suceda acontecimiento alguno: aun cuando no sucede algo en esos puntos, los puntos mismos se encuentran en el sistema de coordenadas cuando sucede la emisión de  $a$  o cualquier otro acontecimiento. Es claro, pues, que cualquier punto del espacio tridimensional puede ser considerado como punto de origen en cuanto a  $t$ . La elección del punto de origen es arbitraria, y puede tomarse el que convenga al análisis.

Siendo que no hay en el tiempo condición alguna que restrinja a considerar como punto de origen de un sistema de coordenadas a un punto determinado, es posible tomar cualquier punto del espacio tridimensional como punto de origen del sistema. Tomando al tren como cuerpo rígido y siguiendo el planteamiento de Einstein, tenemos que: 1) el suelo del tren es el plano  $xy$ , 2) la pared del tren que da hacia el observador externo en el terraplén (o simplemente pared anterior) es el plano  $xz$ , y la pared extrema de la que parte el rayo  $a$  (o pared final) es el plano  $yz$ . Si se coloca el punto de origen del sistema de coordenadas en el punto donde se unen el suelo, la pared anterior y la pared final, tendremos que los puntos de la línea  $x$  (que se muestra junto con las otras dos líneas en la siguiente ilustración) se caracterizarán por  $(x, 0, 0)$ , los de la línea  $y$  por  $(0, y, 0)$  y los de la línea  $z$  por  $(0, 0, z)$ . Es obvio que, aunque en el presente análisis se considera al observador como una entidad puntual, no puede ser un punto caracterizado por  $(x, 0, 0)$ ,  $(0, y, 0)$  o  $(0, 0, z)$ , pues no puede formar parte del suelo, la pared anterior o de la pared final. El observador puntual, de este modo, ha de ser necesariamente ubicado en un punto con la característica  $(x, y, z)$ .





Siendo que en la teoría especial de la relatividad al movimiento de la luz se le considera uniforme con respecto a la dirección y puesto que a la dirección del movimiento de la luz se la considera igual a la dirección del movimiento del tren, se considera a la luz trasladándose de un punto a otro a través de una línea recta en la que los valores  $y$  y  $z$  permanecerán constantes. De este modo se tiene que, tomando a cualquier punto de plano  $yz$  como punto desde el que se inicia el viaje de una partícula de luz hacia el observador, la emisión y la recepción de esta partícula de luz, en cuanto acontecimientos, coincidirán en dos de sus cuatro valores, a saber,  $y$  y  $z$ ; y si se toma la emisión de la partícula como un punto del continuo espacio-tiempo, tal punto estará caracterizado por  $(0, y, z, 0)$ . A su vez, la recepción de esa partícula estará caracterizada por  $(x, y, z, t)$ . Lo que distingue a ambos puntos entre sí son los valores  $x$  y  $t$ , que se definen respectivamente por  $ct$  y  $d/c$ .

La definición de simultaneidad parece referirse más a la llegada de las partículas de luz  $a$  y  $b$  al receptor que a su emisión<sup>11</sup>. En  $t = 0$ , ambas partículas son emitidas por sus respectivos emisores cuando uno se encuentra en  $p_a$ ,  $(0, y, z)$  y otro en  $p_b$ ,  $(2x, y, z)$ . Y en un  $t \neq 0$ , ambas partículas son recibidas por el observador puntal cuando éste se encuentra en  $p_r$ , con coordenadas  $(x, y, z)$ . A juzgar por todo lo expuesto, es de apreciar que una partícula  $a$  que parte de su fuente cuando la partícula  $b$  parte de su fuente no será percibida por el observador al momento que sea percibida  $b$  si  $AO > BO$  o  $AO < BO$ <sup>12</sup>. Tampoco serán percibidas simultáneamente por el observador, aunque se encuentre en el punto medio del trayecto  $AB$ , si los rayos  $a$  y  $b$  no parten a la vez (o en el mismo momento) de sus respectivas fuentes. A pesar de que la ubicación del observador dentro del sistema de coordenadas es esencial en la formulación de la definición de

---

<sup>11</sup> En la última sección de este capítulo se mostrará que los valores que se obtienen de las transformaciones de Lorentz concuerdan más con la observación de un acontecimiento que con el acontecimiento mismo.

<sup>12</sup>  $AO$  y  $BO$  son, respectivamente, las distancias que hay entre el punto en el que se encuentra el observador y los puntos  $A$  y  $B$ .

simultaneidad, parecería que Einstein no la mantuvo como la noción fundamental dentro de su teoría de la relatividad. Y es que la noción de relatividad que plantea Einstein se fundamenta primordialmente con relación a la velocidad con la que se mueve un observador en un sistema de coordenadas con respecto a otro sistema de coordenadas, y no con relación a la distancia que hay entre la fuente de luz y el receptor de la misma al momento de su emisión, como sería en el caso de ponderar e insistir en señalar la ubicación del observador.

A fin de apreciar la posibilidad de fundamentar la relatividad en la distancia entre el observador y la fuente de luz que aquel recibe, considérese el siguiente planteamiento: supóngase que un constructor de relojes cuyos tic-tacs se dan en forma de señales de luz ( esto es, con bombillas encendidas que forman números) construye una serie de estos artefactos, tantos relojes como fueran necesarios para colocarlos a lo largo de la pared anterior del tren en una línea que se extiende de  $A$  a  $B$  y con idénticas características de funcionamiento unos a otros. Supóngase además que, por un don que dios le ha otorgado, sincroniza todos estos relojes, esto es, hace que todos muestren a la vez los mismos números hora, minuto y segundo. Supóngase también que, ya colocados los relojes en el tren, hay un observador a 300000 Km. de distancia del punto medio del tren, en una línea recta que es perpendicular a la pared anterior del tren. Y, por último, supóngase que tanto el tren como su observador se encuentran en reposo uno respecto al otro en el mismo sistema de coordenadas. Bajo estos supuestos, es posible concluir que, si la envergadura del tren es tal que la distancia que viaja la luz de cualquiera de los dos extremos del tren hacia el observador es el doble de la distancia que recorre la luz desde el punto medio del tren hacia el observador, éste observará los relojes extremos retrasados un segundo con respecto al reloj del punto  $M$ . En este planteamiento es claro que, si los relojes extremos y el reloj del punto medio emiten a la vez información lumínica que corresponde al mismo número segundo, la información de los primeros viaja el doble de la que viaja la del punto medio; por lo cual, cuando el observador reciba la

información correspondiente a un número segundo  $n$  de los relojes extremos, estará recibiendo la información correspondiente al número segundo  $n + 1$  del reloj del punto medio.

No sería posible, sin embargo, considerar este retraso de los relojes si se supone, al quitar todos estos relojes del tren, que se le observa al mismo tiempo en toda su extensión, esto es, como el tren que es en un determinado momento. Pero si bien es cierto que en un momento determinado se tiene una imagen completa de la pared anterior del tren, esa imagen no se compone de información que parta al mismo tiempo del tren. Al observar el tren, sus extremos serían los de un segundo antes al de su centro. Si se presenta esta situación al estar uno respecto al otro (el tren con respecto al observador y el observador respecto al tren) en un estado de reposo dentro de un sistema de coordenadas, ésta se acentuaría aún más si uno de ellos se mueve respecto al otro, en virtud de que, por el movimiento, la distancia entre el observador y la fuente de luz delantera aumenta y la de la trasera disminuye<sup>13</sup>. No hay en el planteamiento de Einstein elemento alguno que sugiera que el tren que tiene ante sí el observador externo sea un tren no contemporáneo en las secciones de la pared anterior<sup>14</sup>, lo que nos siembra la duda de si el observador está en un punto determinado frente al tren como lo sugiere Einstein. Y es que para un observador cuya mirada sea omnipresente y se encuentre a la vez en cada uno de los puntos del tren a lo largo de toda su extensión y observe en cada uno de ellos lo que sucede al mismo instante, los relojes se mantendrían sincronizados marcando el mismo tiempo.

---

<sup>13</sup> Bajo esta consideración es comprensible que los relojes ubicados en la parte delantera parezcan retrasados con respecto a los relojes de la parte trasera.

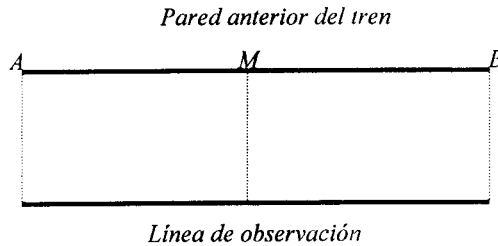
<sup>14</sup> Otra manera de percatarse de la no contemporaneidad de todas las secciones del tren para el observador es que éste tome una instantánea a dicho tren estando completamente oscuro. Si el observador tiene ante sí un tren que no ve porque sobre dicho tren no incide luz pero que sospecha que está ahí porque una teoría de la que se vale así se lo sugiere, al tomar una fotografía con una cámara que ilumina con su luz instantáneamente al tren, ésta mostrará un tren de menor envergadura en virtud de que la luz que sale de la cámara hacia los extremos del tren no habrá retornado a la misma cuando la luz que viajó al punto medio del tren haya impreso su información en la película de la cámara.

Haciendo a un lado la figura de un observador con semejantes características (que no vería retraso de relojes en reposo), una forma de explicar cómo es que el tren que tiene ante sí el observador le es contemporáneo en cada una de las secciones de su pared anterior sería contraviniendo un supuesto fundamental de la teoría especial de la relatividad, a saber, la constancia de la velocidad de la luz. Conforme a este supuesto, las partículas de luz que parten simultáneamente hacia el observador de diferentes secciones del tren no pueden llegar simultáneamente a éste si la distancia que recorre cada una de ellas no es la misma. Pero si una partícula de luz no puede, por ejemplo, recorrer en el mismo intervalo de tiempo el doble distancia que recorre otra partícula de luz, entonces habrá que buscar otra forma de explicar por qué el observador contempla un tren contemporáneo en sus diferentes secciones. Otra forma de explicar esto sería suponiendo que, aun cuando el observador se encuentra en el punto señalado, su mirada viaje al instante a los diferentes puntos de los que parten las partículas de luz y esté en cada uno de ellos observando las emisiones cuando suceden<sup>15</sup>. Una forma más sería que el observador, aunque está en un punto, se multiplique y cada una de sus versiones o copias se distribuya a todo lo largo de una línea de observación que sería paralela y de igual extensión a la pared anterior del tren, y perciba, en cada uno de los puntos de la línea de observación, las partículas que fueron emitidas al momento que fue emitida la partícula que es percibida en el punto medio de la línea de observación (como se sugiere en la siguiente ilustración). Con ello se garantiza que el tren que contempla nuestro observador sea un tren contemporáneo a lo largo de toda su pared anterior. Sin embargo, como en la forma anterior, esta forma de explicar la contemporaneidad del tren caracteriza a su observador, más que como una entidad física, como una entidad metafísica; más

---

<sup>15</sup> En este caso, la mirada de un observador tal sería como la mirada omnipresente de dios, que todo lo ve y todo lo presencia al momento que sucede. Sólo la mirada de dios, según la fantasía de los teólogos, es capaz de observar lo que sucede en cada rincón del universo al momento que sucede.

que como un observador que se encuentra en un punto determinado de un sistema de coordenadas, como un observador que parece estar en más de un lugar a la vez. Quizá sea por el carácter metafísico o, diría Pauli, ideal de este observador que Einstein rehuya a considerar la ubicación de éste como la base de toda su teoría.



El que se tome las diferentes secciones del tren como contemporáneas para el observador sugiere, entre otras cosas, que a la ubicación del observador dentro de un sistema de coordenadas no se le considera como fundamental en la formulación de otras nociones que no sean las de simultaneidad y no simultaneidad. Esto, sin embargo, no significa (como podrá apreciarse más adelante) que Einstein prescindiera definitivamente de ella. Pero si acaso significa algo, podría significar que Einstein no destacó el papel fundamental que tiene la ubicación del observador dentro de un sistema de coordenadas en la formulación de su teoría.

Otra situación en la que Einstein recurre al observador sin señalar o especificar su posición dentro del sistema de coordenadas en el que dicho observador observa acontecimientos es la relacionada con observar el viaje de la luz. Sin dar mayores detalles de cómo se lleva a cabo la observación (y omitiendo con ello los detalles de su ubicación como observador), en sus *Notas autobiográficas* afirma que: "si persigo un rayo de luz con la velocidad  $c$  (velocidad de la luz en el vacío) vería dicho rayo de luz como un campo electromagnético oscilante en el espacio y en

reposo”. Sin embargo, inmediatamente hace una corrección en dicha afirmación y agrega que: “Desde un principio me pareció intuitivamente claro que, vista la situación desde la posición de un tal observador, todo tendría que ocurrir según las mismas leyes que para un observador que se hallara en reposo respecto a la tierra”<sup>16</sup>. Pero la corrección tan sólo va en el sentido de ver al rayo de luz en reposo a verlo en movimiento, y no considera detalles sobre cómo es posible observar o ver tal rayo de luz. La diferencia entre ver la luz en reposo y verla moverse a la velocidad  $c$  no es cualquier diferencia como para no dar mayores detalles sobre la ubicación del observador en uno u otro sistema de coordenadas y revelar el papel que tiene ésta (la ubicación) en la teoría misma. Así como la contemporaneidad del tren en sus secciones requiere de no precisar la ubicación del observador (pues éste pareciera estar a la vez en varios puntos de un sistema de coordenadas), también ver la luz viajar prescinde de dicha precisión. Si se considera las restricciones hechas por Einstein y se toma el caso en el que el observador se encuentra en la línea sobre la que viaja la luz<sup>17</sup>, la luz no se verá al menos que haya algo más que viaje sobre esa misma línea e informe sobre las posiciones que va ocupando en el sistema de coordenadas desde el que se la ve viajar. Ese algo podría ser o bien una luz secundaria que viajara de la primaria al observador o bien la mirada que viaja junto a la luz. La segunda de estas dos alternativas suscita situaciones curiosas: 1) considerando la mirada con relación a la luz con la que viaja y, por ende, consigo misma, se vería la luz en reposo; 2) pero si la considera con relación a su observador que se encuentra en reposo en un punto determinado, se vería moverse con velocidad  $c$ . Para quienes no creen que la mirada viaje junto a la luz o que se traslade (sola o con el observador al que pertenece) a cada uno de los puntos emisores del tren, no queda más que considerar la posibilidad de una luz secundaria

---

<sup>16</sup> Op. cit. p. 102

<sup>17</sup> La situación de este observador es distinta a la del observador que observa viajar la luz hacia él, que es la de estar fuera de la línea sobre la que viaja la luz.

que informe al observador sobre las posiciones o ubicaciones de la luz en su viaje dentro de un marco de referencia.

La introducción de una luz secundaria no es arbitraria y se basa en la siguiente consideración: Si “observar algo” significa que el observador reciba la luz proveniente de ese algo, no es posible que la luz que se encuentra viajando y es vista por el observador se encuentre a la vez en el punto receptor y en cualquier otro punto de su línea de viaje. Una será la luz que se encuentra en algún punto de la línea de viaje y otra la que se encuentre en el punto donde se encuentra el observador puntual. Siendo esto evidente, la luz secundaria, como el caso en el que la mirada viaja junto a la luz, ha de viajar sobre la misma línea sobre la que viaja la luz primaria y se encuentra el observador. Es de apreciar, por ello, que para que el observador vea la luz primaria en una determinada posición, ha de recibir la luz secundaria que provenga de la luz primaria cuando ésta está en esa posición. Si, como parece (y esto también lo abordaremos más adelante), en la teoría especial de la relatividad hay el presupuesto de que se observan los acontecimientos cuando suceden, entonces, para que se observe la luz en cualquier punto específico de su línea de viaje cuando está ahí, es necesario que la luz secundaria viaje a una velocidad increíblemente alta, de modo que tan pronto como sale de la luz primaria llegue al receptor<sup>18</sup>. Esto, sin embargo, tan sólo es cierto cuando la distancia entre la luz primaria y su observador es cero o muy próxima a cero ( $|d_l - d_r| = 0$ ). Los acontecimientos que suceden en nuestra vecindad y que observamos por la luz primaria, por la insignificancia que tienen las distancias frente a la velocidad de la luz, nos parecen que suceden cuando los observamos. Pero cuando las distancias son astronómicas (como la que recorre la luz en un segundo), se observan los acontecimientos no cuando suceden. No tiene, pues, sentido afirmar que se observa una partícula de luz en una posición específica si no se especifica desde donde se la observa.

---

<sup>18</sup> El que una luz tal viajara a estas velocidades contradice uno de los principios fundamentales de la relatividad.

Sin embargo con la postulación de la existencia de una luz secundaria no se resuelve el problema de observar la luz en su viaje. Si la luz secundaria no viaja a una velocidad mayor a la de la primaria y viaja a la misma velocidad de ésta, entonces cada partícula de luz secundaria que incidiera y fuera reflejada por una partícula de luz primaria cuando se encuentra en una posición específica viajaría junto a ésta en su viaje hacia el observador. La luz secundaria no podría informar al observador antes de que la luz primaria llegue a él. Más aun, si para cada posición del sistema de coordenadas que va ocupando la luz primaria en su viaje incide sobre ella y es reflejada por ella una partícula de luz secundaria, cada una de estas partículas de luz secundaria llegará al observador cuando a él llegue la partícula de luz primaria: en una sola recepción de información el observador estará recibiendo la información generada en cada uno de los puntos del viaje de la luz primaria. De manera parecida a la observación del tren, en la observación de la luz en su viaje, en una sola mirada, se estaría observando la luz en todos los puntos de su viaje.

Ya sea que se considere a la mirada del ojo viajando junto a la luz o a la luz viajando hacia el ojo que mira, la observación de la luz en su viajar no es una situación que parezca posible para un observador real y físico, esto es, un observador que realmente está en algún lugar del sistema de coordenadas desde el que observa acontecimientos. Para un observador omnipresente que no tiene una posición específica dentro del sistema de coordenadas (pues su omnipresencia le permitiría estar en cualquier lugar dentro del mismo) esto, sin embargo, parecería ser posible. En la controversia Einstein-Born con relación a los fundamentos indeterministas de la mecánica cuántica, W. Pauli deja entrever la naturaleza del observador u observadores que considera Einstein en sus experimentos mentales y para los cuales son posibles ciertas situaciones. Para Pauli, la discusión de Born con Einstein se reduce al ideal einsteineano del Observador desligado: "Me parece que la discusión con Einstein puede reducirse a la hipótesis de él, que yo llamo la idea (o "el ideal") del "observador desligado". Pero para mí y otros representantes de la mecánica



cuántica hay bastantes pruebas experimentales y teóricas contra la práctica de ese ideal<sup>19</sup>. Si este observador desligado no es más que el observador que puede observar la luz viajar, estaremos de acuerdo con Pauli en considerar a ese observador como desligado del sistema en el que se encuentra, como un observador que no está del todo dentro del sistema desde el que se supone observa, un observador que, si no es del todo ideal, en ciertos aspectos sí lo es.

Aun cuando sea de esperar que Einstein no haya considerado del todo a sus observadores como entidades físicas, pues al fin de cuentas sus planteamientos se basan en experimentos mentales, la parte física de estos, la que hasta el momento nos revela a la observación como un acontecimiento, nos obliga a abordar otros aspectos de estos dentro de la teoría especial de la relatividad.

---

<sup>19</sup> Véase Albert Einstein. Max Y Hedwig Born, *Correspondencia (1916-1955)*, ed. Siglo veintiuno editores, México, 1973, pp. 271-279.

## LA OBSERVACIÓN COMO SEMEJANTE A LO OBSERVADO

La observación, conforme a la noción que da Einstein de "acontecimiento" y conforme al concepto de observación de Shapere, es un acontecimiento en el sentido de que cuando el observador recibe los rayos procedentes de  $A$  y  $B$ , éste se encuentra en un punto determinado de un sistema de coordenadas si es que efectivamente se encuentra dentro de este sistema como lo sugieren los planteamientos que conducen a la definición de simultaneidad (o a la misma noción de relatividad del tiempo). Sin embargo, en el desarrollo de dichos planteamientos, Einstein evita referirse a la percepción simultánea de los rayos  $a$  y  $b$  como un acontecimiento o suceso, y sólo hace referencia a ella con relación a las caídas de los rayos  $a$  y  $b$  en los puntos  $A$  y  $B$ . Es tal la relación que establece entre la percepción (u observación) de los rayos  $a$  y  $b$  y las caídas de los mismos rayos en los puntos  $A$  y  $B$  que por momentos, en la exposición de su teoría, Einstein pareciera borrar la línea que media entre los dos acontecimientos y los diferencia, cayendo con ello en el descuido de referirse indistintamente a uno por el otro. No debe haber la menor duda de que Einstein, siendo como era él en la congruencia de sus planteamientos, tuviera presente que la percepción de los rayos  $a$  y  $b$  es un acontecimiento. El siguiente texto es revelador a este respecto:

*"Objetivación del concepto de tiempo. Ejemplo. La persona  $A$  ("yo") tiene la vivencia "cae un rayo". La persona  $A$  vivencia al mismo tiempo un comportamiento de la persona  $B$  que establece una conexión entre este comportamiento y la propia vivencia de "cae un rayo". Es así como  $A$  atribuye a  $B$  la vivencia*

“cae un rayo” En la persona *A* nace la idea de que en ese “cae un rayo” participan también otras personas. El “cae un rayo” no se concibe ya como una vivencia exclusivamente personal, sino como vivencia (o finalmente sólo como “vivencia potencial”) de otras personas. De este modo nace la idea de que “cae un rayo”, que en origen apareció en la conciencia como “vivencia”, puede interpretarse ahora también como un “suceso” (objetivo). Pero la esencia de todos los sucesos es aquello a lo que nos referimos cuando hablamos del mundo real de afuera<sup>1</sup>.

En la parte final de esta reflexión, Einstein manifiesta claramente su idea de que algo tan mental y abstracto como *las ideas relacionadas con las vivencias* pueda ser considerado como un acontecimiento; a las que solamente les faltaría, para serlo, estar fuera del observador y ocupar su propio lugar dentro de un sistema de coordenadas. Esta no es la situación con las percepciones; a las que Einstein puede ubicar con toda precisión en el sistema de coordenadas, como en los casos que tomara para establecer la simultaneidad y no simultaneidad de los acontecimientos. Es tan fundamental la ubicación del observador en el punto medio de la trayectoria *AB* que sin ella sería incomprensible la noción de relatividad del tiempo.

Sin duda, para Einstein, tanto la salida de los rayos *a* y *b* de los puntos *A* y *B* como la llegada de los mismos al punto *M* en el que se encuentra el observador que los percibe son acontecimientos. Pero ¿qué tan semejante es uno del otro que permita, por ejemplo, preguntarse acerca de uno y responderse del mismo a través del otro? ¿Qué hay de común entre ambos acontecimientos que tenga la propiedad transitiva que permita trasladar la situación de uno al otro? En concreto Einstein se hace pregunta: ¿es simultánea la caída de los rayos *a* y *b*? o, formulándola en términos de Shapere, ¿es simultánea la emisión de la información lumínica *a* y *b* por sus respectivas fuentes? La pregunta es acerca de la caída de los rayos, pero se la responde apelando a la llegada de los rayos al observador<sup>2</sup>: 1) sí es simultánea (la caída de los rayos) porque los rayos

---

<sup>1</sup> Einstein, Albert. *Sobre la teoría de la relatividad especial y general, Apéndice*. ed. Alianza editorial, Madrid, 1984, p.123

<sup>2</sup> Cfr. Einstein. Op. cit. p. 79

de luz llegaron simultáneamente al observar, o 2) no es simultánea porque los rayos de luz no llegaron simultáneamente al observador. Puede apreciarse, pues, que la simultaneidad o no-simultaneidad de la llegada de los rayos  $a$  y  $b$  al observador en el punto medio se la atribuye a la salida de los mismo rayos  $a$  y  $b$  en los puntos  $A$  y  $B$ , es decir, se toma la simultaneidad o no-simultaneidad de la percepción de los rayos  $a$  y  $b$  como la simultaneidad o no-simultaneidad de sus caídas. Pero intentemos entrar en detalle y responder a la pregunta planteada:

La semejanza entre dos entidades cualesquiera  $A$  y  $B$  está en función del número de propiedades comunes entre ellas. La semejanza de  $A$  con  $B$  o de  $B$  con  $A$  tiende a ser mayor cuando el número de propiedades comunes entre ellas aumenta y llega a ser identidad cuando todas sus propiedades son comunes. Si se considera como una propiedad no sólo aquello que como sustancia o materia está presente en un cuerpo físico sino también las actividades o acciones que realiza, muy probablemente la identidad de un cuerpo físico tan sólo podrá predicarse con respecto a él mismo.

Entre una partícula emisora de luz y una partícula receptora de luz puede haber más similitudes que diferencias, pero no por ello se han de considerar como idénticas. El que una partícula emita luz la caracteriza como un emisor, y el que la reciba la caracteriza como un receptor. En un momento determinado, sin embargo, es posible que se borren las diferencias entre ser emisor y ser receptor. El asunto puede ser entendido considerando el experimento de los espejos y la partícula de luz que rebota en ellos del apartado anterior. En este caso, un espejo es emisor de luz en cuanto la luz abandona su superficie y es receptor en cuanto llega a su superficie<sup>3</sup>. Si se invierte el orden de una serie de acontecimientos en el que primero sucede la llegada de una

---

<sup>3</sup> La llegada de luz a la superficie del espejo es un acontecimiento distinto al de la salida de la misma luz de la misma superficie del espejo, esto en virtud de que, a pesar que tienen por protagonista el mismo espejo y la misma partícula de luz, no suceden en el mismo instante. Nuestro planteamiento solo pretende establecer que, si se prescinde de la temporalidad o se invierte el sentido del tiempo, es posible considerar a la emisión de luz por la recepción, o viceversa.

partícula de luz a la superficie de un espejo y después el abandono de la partícula de la misma superficie, tenemos que el abandono se vuelve llegada y la llegada se vuelve abandono. Sin el valor temporal que caracteriza a todo acontecimiento, es posible tomar a la emisión por la recepción de luz y, por ende, tomar al emisor por receptor, o viceversa. Desde la perspectiva del orden natural en el que sucede primero la llegada de la luz a la superficie del espejo y después su abandono, podemos considerar un momento infinitamente breve entre el momento en el que la luz llega a la superficie del espejo y el momento en el que la abandona, en el que virtualmente la luz llega y abandona la superficie del espejo a la vez<sup>4</sup>.

Es posible, pues, que con respecto a una sola partícula, en un momento determinado se tome una recepción de luz por una emisión o viceversa; pero cuando hay de por medio una distancia entre una y otra partícula (que las ubica en puntos diferentes), la recepción de una partícula de luz por parte de una partícula  $M$  no debiera tomarse por la emisión de esa misma partícula de luz por parte de una partícula  $A$  o  $B$ <sup>5</sup>. Entre la emisión y recepción de una misma partícula de luz hay una diferencia que la establece la propia finitud de la velocidad de la luz. Si la velocidad de la luz fuera infinita o, lo que es lo mismo, si la luz se trasladara de un punto a cualquier otro punto del universo de manera instantánea (por más distantes o cercanos que se encuentren de él), la luz que partiera de la partícula que se encuentra en ese punto estaría llegando al mismo instante a cualquier otro punto en el que se encuentre la otra partícula (que para el caso podría ser el observador puntual). En caso de que la velocidad de la luz fuera infinita, una misma partícula de luz podría estar a la vez en dos lugares muy remotos uno del otro. En tal situación, sería difícil, si no es que imposible, determinar de qué partícula sale y a qué partícula llega un rayo de luz. Ahora bien, si todas las propiedades de

---

<sup>4</sup> Una importante consecuencia de esto es que la velocidad de la luz, así como es independiente de la velocidad con la que se mueve su emisor, también es independiente de la velocidad con la que se mueve el receptor u observador. A este respecto la partícula emisora tendrá una propiedad más en común con la partícula receptora.

<sup>5</sup> En lo sucesivo caracterizaremos a las partículas emisoras o receptoras como  $A$ ,  $B$  o  $M$  según sea el punto del sistema de coordenadas en el que se encuentran al momento de emitir o recibir la luz.

ambas partículas en cuestión fueran comunes, salvo en sus posiciones (de las cuales deliberadamente se prescinde), podrían tomarse por la misma y por el mismo el acontecimiento con cada una de ellas relacionado. Aunque de entrada Einstein rechaza la infinitud de la velocidad de la luz, es curioso que su supuesto de observar viajar la luz (u observar la luz en una posición específica del sistema de coordenadas) tenga, conforme a lo que se señaló en el apartado anterior, algunos aspectos de ella<sup>6</sup>. Al ser finita la velocidad de la luz, al no poder trasladarse de un punto a cualquier otro punto de manera instantánea, una partícula de luz marca la diferencia entre una partícula  $A$  o  $B$  que la emite y una partícula  $M$  que la recibe. A este respecto, la finitud de la velocidad de la luz, al corresponderle un sentido de orden, establece la diferencia entre la emisión y recepción de luz como dos acontecimientos distintos: uno anterior al otro.

Aunada a esta diferencia de orden, la diferencia fundamental entre la emisión de una partícula de luz por una partícula  $A$  o  $B$  y la recepción de la misma partícula de luz por una partícula  $M$  (el observador puntual) es que se suscitan en dos puntos diferentes de un sistema de coordenadas, esto es, que el trío ordenado  $(x_e, y_e, z_e)$  asociado a uno como acontecimiento es distinto del trío ordenado  $(x_r, y_r, z_r)$  asociado también al otro como acontecimiento. Dado que la partícula emisora y la partícula receptora se encuentran en los puntos extremos de la línea sobre la que viaja la partícula de luz y se considera el viaje de ésta sobre el eje  $x$ , es evidente que la emisión y recepción de una misma partícula de luz tan sólo se diferenciarán por el valor numérico de  $x$ , esto es:  $y_e = y_r$ ,  $z_e = z_r$  y  $x_e \neq x_r$ . Si bien el hecho de que  $x_e \neq x_r$  es una diferencia de peso

---

<sup>6</sup> Específicamente nos referimos a la idea de que, para que un observador observe o mire una partícula de luz en una determinada posición cuando está ahí, es necesario que la mirada o el ojo se encuentre de alguna manera junto a ella, ya sea viajando hacia ella o ya sea, en caso de no moverse de su punto de observación, que la partícula que observa en un punto determinado viaje de momento hacia el punto en el que se encuentra. De una u otra manera, el caso es que el ojo o la partícula de luz observada estarían en dos lugares remotos a la vez. Ni siquiera la postulación de una luz secundaria, que pretendía dejar en sus respectivas posiciones al observador y la partícula de luz observada, resuelve las complicaciones que se encuentran implícitas en el supuesto de observar viajar la luz.

ontológico y definitiva para distinguir la recepción de la emisión, aún entre ambos acontecimientos sigue habiendo similitudes.

Como acontecimientos o entidades caracterizadas por cuatro números, las caídas de los rayos  $a$  y  $b$  en los puntos  $A$  y  $B$  y sus llegadas al punto  $M$  se distinguen entre sí, y no deja duda de ello la distancia que media entre  $A$  y  $M$  o  $B$  y  $M$  y el valor temporal que corresponde a cada uno. Pero no es en las diferencias, sino en sus similitudes donde ha de buscarse la explicación de por qué Einstein atribuye la simultaneidad o no-simultaneidad de un acontecimiento al otro. En el fondo, no es que Einstein entienda que las propiedades de simultaneidad o no-simultaneidad que se dan en la percepción (o llegada) de los rayos  $a$  y  $b$  al observador en el punto  $M$  sean propiedades que se trasladen a las caídas (o salidas) de dichos rayos y se hagan propiedad de éstas en sí: sino por el contrario, parece considerar que estas propiedades se encuentran ya en las caídas de los rayos y que, en la percepción de tales caídas, éstas tan sólo se presentan con sus propiedades. Con ello, sin embargo, no se estaría refiriendo a la llegada simultánea de los rayos  $a$  y  $b$  al observador, sino a algo que difícilmente podría distinguirse de ella, algo a lo que Einstein, por las mismas razones por las que evita interpretar como acontecimiento a la *idea* "cae un rayo", no consideraría como un acontecimiento: la vivencia cae un rayo o ver caer un rayo.

A diferencia de la "idea cae un rayo", "la vivencia cae un rayo" parece ser contemporánea a la llegada del rayo al observador. En el planteamiento y desarrollo de sus nociones de simultaneidad y no-simultaneidad no se encuentra afirmación alguna que sugiera que el observador vea las caídas de los rayos antes o después de que la "luz que transmite su percepción"<sup>7</sup> llegue al observador. Así por ejemplo, en el caso del observador que se encuentra al interior del tren que se mueve con respecto al terraplén, Einstein asevera que "en realidad (visto desde el terraplén) dicho

---

<sup>7</sup> Extraigo la expresión de la siguiente: "Tu definición sería completamente correcta si yo supiese que la luz que transmite la percepción de los rayos al observador en  $M$  se propaga con la misma velocidad en el trayecto  $A \rightarrow M$  que en el  $B \rightarrow M$ . Op. cit., p. 77

observador corre al encuentro del rayo de luz procedente de *B* y huye delante del rayo de luz que proviene de *A*. Por consiguiente, verá antes el rayo de luz procedente de *B* que el que proviene de *A*. En este caso, la llegada del rayo *b* antes del rayo *a* corresponde a ver caer primero el rayo *b* y después el rayo *a*. Y la llegada simultánea de los rayos *a* y *b* al observador corresponde, por tanto, al que éste los vea caer simultáneamente. La coincidencia temporal entre la llegada (o percepción) de un rayo al observador y el que éste lo vea es mucho más evidente en el siguiente ejemplo también dado por Einstein: "La persona *A* ("yo) tiene la vivencia "cae un rayo". La persona *A* vivencia al mismo tiempo un comportamiento de la persona *B* que establece una conexión entre este comportamiento y la propia vivencia de "cae un rayo"<sup>8</sup>. En este caso, la luz que transmite la caída del rayo ha de viajar tanto a la persona *A* como a la persona *B*. Una vez llegada a la persona *B*, ésta, que ve caer el rayo, manifiesta por causa de dicha vivencia (la de ver caer el rayo) un comportamiento (que podría ser el de taparse los ojos o dar un brinco). Para que la persona *A* vea a la vez caer el rayo y la persona *B* taparse los ojos o dar un brinco, la luz que pudiera llegar a *B* de la caída del rayo y ser reflejada por el cuerpo de éste hacia la persona *A* tendrá que llegar a la persona *A* al mismo tiempo que le llega la luz proveniente de la caída del rayo; de otra manera no tendrá al mismo tiempo la vivencia de la caída del rayo y la persona *B* tapándose los ojos o dando el brinco. Si la vivencia de *B* del rayo no fuera contemporánea o inmediata a la llegada de la luz que provoca dicha vivencia, su comportamiento ante dicha vivencia no tendría la oportunidad de ser vista por *A* al mismo tiempo que éste ve el rayo. Para Einstein, pues, la vivencia de un rayo es contemporánea a la llegada del rayo al observador o es tan inmediata a ella que parece serle contemporánea.

Ya sea que el "ver un rayo" sea contemporáneo a la llegada de la luz al observador o ya sea que tan sólo lo parezca, de cualquier manera, esta es una situación que podría conducir a colocar

---

<sup>8</sup> Einstein, Op. cit. p. 123



un signo de igualdad entre una y otra cosa. De no ser porque Einstein parece considerar a la vivencia "cae un rayo" de igual naturaleza a la idea "cae un rayo", no tendría ninguna reserva en colocar el signo de igualdad entre la vivencia "cae un rayo" y la llegada al observador de la luz que lleva esa información. Y de hecho no la tuvo. En efecto, a juzgar por lo que a continuación señalaremos, identificó la vivencia "cae un rayo" con la llegada al observador de la luz que lleva la información "cae un rayo". Una vez que establece la noción de simultaneidad y no-simultaneidad, Einstein no vuelve a hacer referencia a la ubicación del observador dentro del sistema de coordenadas. Ya hemos indicado que, para que el observador pueda ver una partícula de luz en cualquiera de las posiciones que va teniendo en su viaje cuando está en ellas, es necesario que o bien una luz secundaria viaje de la partícula al observador a una velocidad infinitamente alta o bien que la mirada del observador viaje junto a la partícula. Sólo una mirada mental que pareciera estar en el observador, pero que no se ubica en él, (una mirada que no está en un lugar específico y, por tanto, puede estar en cualquier lado) es una mirada capaz de viajar junto a la partícula de luz que viaja y verla en cada una de las posiciones que va ocupando ésta en su viaje cuando se encuentra en cada una de tales posiciones. En el caso en el que Einstein se imagina como observador que ve viajar la luz<sup>9</sup>, no hace mención de cuál es su posición respecto a la luz que ve viajar. Al hacer a un lado la posición del observador, no habrá necesidad de ubicar dentro del sistema de coordenadas la llegada de la luz al observador. La recepción de la luz que contiene la información "cae un rayo" por parte del observador se hace tan inubicable dentro de un sistema de coordenadas como su vivencia "cae un rayo". En todo caso, la actitud de Einstein de no interpretar por completo a la vivencia "cae un rayo" como un acontecimiento o de no ubicar en cada caso dónde se encuentra el observador al momento de recibir una señal de luz con determinada información, es la que identifica a la vivencia "cae un rayo" con la llegada al observador de la luz que contiene la

---

<sup>9</sup> Véase *Notas autobiográficas*, p. 102

información "cae un rayo". Es más bien porque Einstein identifica la llegada de la luz al observador con la vivencia "cae un rayo", que no requiere tomar del todo a las llegadas de la luz al observador como acontecimientos y al observador como una entidad física a la que llega la luz. Si Einstein hubiera considerado del todo a los observadores de su experimento mental como entidades físicas, habría hecho respecto a éstos el mismo señalamiento que hace con respecto a los sistemas de coordenadas  $K$  y  $K'$ : la imposibilidad de que dichos sistemas (en cuanto cuerpos rígidos que son usados como marcos de referencia) se penetren uno al otro<sup>10</sup>. Para Einstein, pues, la percepción de la caída del rayo en cuanto recepción de la luz que contiene esa información es igual (o idéntica) a la percepción de la caída del rayo en cuanto vivencia "cae un rayo": la percepción de la caída del rayo es la vivencia de la caída del rayo.

Con la identidad entre la vivencia "cae un rayo" y la llegada de la luz que traslada la información "cae un rayo" al observador, la similitud entre la emisión de una señal de luz y la recepción de la misma aumenta. Ya no sólo se trata de dos entidades que sean tan sólo acontecimientos en los que salida y llegada de una partícula de luz sean, fuera del tiempo, indistinguibles entre sí, sino que además se trata de dos acontecimientos que, en algún sentido, comparten esencialmente lo mismo. Lo que el observador puntual recibe con la llegada de la luz a él no es simplemente la luz, sino también, a través de ella, recibe algo de lo que es en sí el punto emisor. Además de recibir y hacerse de una partícula de luz que fuera breve o prolongadamente de otra partícula, recibe también, en ella, información de la partícula emisora. En la luz se traslada (si no en su contenido material, sí en su contenido formal) un determinado aspecto de la partícula emisora. Con la llegada de la luz a la partícula receptora (u observador), ésta recibe, junto con la luz, la forma o información de los aspectos de la partícula emisora que se exponen a dicha luz. Si la luz en efecto traslada información de lo que es la partícula emisora, la partícula receptora la

---

<sup>10</sup> Cfr. Op. cit. p. 81. Por esta misma consideración, dos observadores no podrían estar a la vez en un mismo punto.

recibirá al recibir dicha luz. Ahora bien, si esta información fuera determinante en el ser de las partículas, podría decirse que la partícula emisora, antes de la emisión, es la misma que la partícula receptora después de la recepción. Desde la perspectiva de la información, parecería, una vez más, que la emisión como la recepción de una señal de luz tendrían como protagonista a una misma partícula.

Esto, sin embargo, no significaría que la partícula emisora se traslade a donde se encuentra la partícula receptora y la sustituya. Sólo en el caso de que se considere esta situación como una teletransportación, podrían considerarse, con ciertas reservas, como la misma partícula. El caso sería más o menos el siguiente: Si en dos lugares remotos del espacio tenemos dos grupos de partículas con igual número de partículas y el mismo tipo de partículas pero uno agrupado en un sistema (que podría ser un organismo vivo) y el otro no y además extraemos del primero la información que organiza a sus partículas como sistema y enviamos dicha información al segundo grupo (el cual se organizará como sistema conforme a tal información al recibirla), habremos desorganizado como sistema a las partículas del primer grupo para organizar a las del segundo como sistema. De ser posible la teletransportación, aunque no se estaría transportando al sistema en sí (esto es, a sus partículas y su organización como sistema) podría considerarse al segundo grupo como el sistema mismo. El que las partículas del sistema desorganizado no viajen junto con la información que las organizaba como sistema hacia donde se encuentra el segundo grupo es la única consideración que puede sembrar la duda de que el sistema desorganizado en un lugar sea el mismo que se organiza en otro. La situación entorno a la información que recoge la luz de la partícula emisora y la deposita en la partícula receptora, sin embargo, se parece más a una situación que actualmente es posible realizar a nivel laboratorio: se trata de la situación en la que se reproducen objetos tridimensionales mediante el escaneo con luz laser de objetos originales. Al pasar sobre la superficie del objeto original, la luz recoge información de cada uno de los detalles

de la superficie del objeto. Con dicha información, se produce un segundo laser que habrá de reproducir la misma superficie del objeto original pero en una materia distinta. Con esta técnica se extrae la forma tridimensional de cualquier objeto original y se la provee a una materia específica. Sin que el objeto original pierda su forma, ésta pasa de él hacia otra materia. Así como esta segunda materia toma la forma tridimensional de la materia en la que está, así también la partícula receptora toma de la partícula emisora lo que de ella viene en la luz.

Es sólo con respecto a esta información que la partícula emisora emite y la partícula receptora recibe que puede encontrarse una similitud más entre ambas partículas. Pero por más similitudes que encontremos entre la partícula emisora y la partícula receptora, si al menos hay un aspecto en el que difieran, la semejanza entre ellas no podrá hacerse identidad. Y de este modo, la recepción de luz por parte de una partícula no podrá tomarse como la emisión de esa misma luz por parte de otra partícula. La cuestión es que la partícula que protagoniza el acontecimiento de emisión de luz no puede trasladarse hasta donde se encuentra el observador y protagonizar ahí como el mismo acontecimiento el acontecimiento de recepción de esa luz. Si una es la partícula que emite (o de la que sale la) luz y otra la que la recibe (o capta), ¿entonces por qué Einstein atribuye, por ejemplo, la propiedad de simultaneidad que tiene la llegada de dos partículas de luz a un observador a la salida de esas dos partículas de luz de sus respectivos emisores? Es decir, si el que dos partículas de luz lleguen simultáneamente a un observador no implica necesariamente que dichas partículas de luz hayan sido emitidas simultáneamente por sus respectivos puntos emisores, ¿entonces por qué Einstein afirma la simultaneidad de las salidas de los rayos luz de sus puntos emisores a partir de la llegada simultánea de dichos rayos de luz al observador?.

No es en el ámbito de las salidas o llegadas de luz que Einstein ubique la simultaneidad (aun cuando así lo sugiera el planteamiento de colocar a un observador en el punto medio del trayecto *AB*, sino en el ámbito de la información que recoge la luz al salir de su partícula emisora y deposita

en la partícula receptora. Así como la luz traslada información sobre la forma tridimensional de los objetos, esto es, la relación que guardan entre sí los diferentes puntos materiales que los constituyen, también traslada información sobre acontecimientos. Si se considera la caída de una pelota como una serie de acontecimientos, el que la pelota toque el suelo es un acontecimiento de esta serie. Si la caída de esta pelota sucede en un lugar completamente oscuro y justo en el momento que la pelota toca el suelo se hace incidir sobre la pelota y el suelo luz por un muy breve instante, esta luz reflejada hacia el observador llevará la información que corresponde a la pelota tocando el suelo. Mientras la pelota ha rebotado y se encuentra alejándose del suelo, la luz que captó el instante del toque viaja hacia el observador. Ni la pelota ni el suelo viajarán junto con la luz para hacerse presente al observador. La luz traslada tan sólo la información del acontecimiento que protagonizaran la pelota y el suelo. Al llegar esta luz al observador, éste observa o tiene la vivencia “la pelota toca el suelo”. Con la llegada de la luz al observador, llega a éste “el toque de la pelota al suelo” en cuanto información, y no en cuanto acontecimiento en sí mismo. Para Einstein lo que sucede en la vivencia del observador es lo mismo que sucede fuera de él como acontecimiento. Si bien entre una y otra cosa no puede colocarse el signo de identidad, no podrá negarse que entre ellas existe un determinado grado de semejanza. Y es precisamente gracias a esta semejanza que, para Einstein, lo que ve el observador es lo que realmente sucede. Y por tanto, para él, “si el observador ve que dos rayos caen simultáneamente, es por que realmente caen simultáneamente”.

Aunque el suceder del acontecimiento en la vivencia es distinto del suceder mismo del acontecimiento, podrían ser considerados como lo mismo si no se toma en cuenta que la partícula emisora de luz (y protagonista del acontecimiento) es distinta de la partícula receptora y que, como tal, no viaja junto con la luz para protagonizar de nuevo en la posición de la partícula receptora el mismo acontecimiento. Si se anula la distancia que media entre el lugar que sucede el

acontecimiento y el lugar en el que se encuentra el observador y tiene éste la vivencia del acontecimiento y se toman como el mismo lugar, entonces se identifica al acontecimiento con su vivencia u observación, la cual, aunque también es un acontecimiento, es un acontecimiento diferente. La observación de un acontecimiento  $X$  es muy semejante al acontecimiento  $X$  mismo no sólo porque es también un acontecimiento, sino porque además la información que contiene es la que realmente proviene del acontecimiento  $X$ .

## LA OBSERVACIÓN Y LAS TRANSFORMACIONES DE LORENTZ

La teoría especial de la relatividad es una teoría sobre los lugares y tiempos en los que suceden los acontecimientos o, mejor aún, es la teoría que identifica los acontecimientos por sus números  $x, y, z$  y  $t$ : a cada acontecimiento le corresponde un y solo un conjunto de valores  $x, y, z, t$ . En la teoría especial de la relatividad, cada acontecimiento puede ser pensado como el conjunto de estos cuatro números. Por ello, si en algún momento existiera duda sobre la identidad de un determinado acontecimiento, bastará con recurrir a sus números para confirmar o desmentir dicha identidad. Resulta, sin embargo, un tanto paradójico que una teoría con esta virtud no deje del todo claro la identidad del acontecimiento sobre el que versa. Si bien la teoría especial de la relatividad puede describir tanto la caída de un rayo en el punto  $A$  como su observación en el punto  $M$ , no es del todo claro a cuál de estos dos acontecimientos se refiere. Entre la caída de un rayo en el punto  $A$  y su observación en el punto  $M$  puede haber, si así se le quiere considerar, una tenue diferencia sobre la que pareciera insuficiente sentar una tajante distinción (desemejanza) entre uno y otro acontecimiento, pero que en realidad es suficiente para diferenciarlos entre sí y sobre la que es posible sentar de manera inequívoca la identidad del acontecimiento que en cuestión se describe.

A fin de establecer a cuál de estos dos acontecimientos se refiere la teoría especial de la relatividad, en lo sucesivo adoptaremos la convención de referirnos a uno y otro de manera

distinta. Denominaremos a la observación como el acontecimiento  $Y$  y al acontecimiento que se observa como el acontecimiento  $X$ . De acuerdo a esta consideración, pueden establecerse los siguientes ejemplos:

acontecimiento  $X = x$  enciende una bombilla o  $x$  lanza una pelota

acontecimiento  $Y = y$  observa que  $x$  enciende una bombilla o  $y$  observa que  $x$  lanza una pelota

Por esta consideración podemos expresar como acontecimiento  $X$  al acontecimiento “la pared  $A$  del tren refleja la luz” y como acontecimiento  $Y$  con él relacionado al acontecimiento “ $y$  observa que la pared  $A$  del tren refleja la luz”.

Como ya ha quedado demostrado, un acontecimiento  $Y$  (observación o vivencia de un acontecimiento  $X$ ) sucede en el punto donde se encuentra el observador cuando recibe partículas de luz provenientes de determinadas partículas emisoras cuando éstas se encuentran en determinados puntos de un sistema de coordenadas.

En el caso que sirviera a Einstein para establecer la noción de simultaneidad, son tres los acontecimientos que se consideran: dos acontecimientos del tipo  $X$  y uno del tipo  $Y$ . Los acontecimientos  $X$  son las caídas de los rayos en  $A$  y  $B$ , y corresponden respectivamente al reflejo de la luz por los cuerpos que se encuentren en esos puntos<sup>1</sup>. En el caso del tren, son sus paredes  $A$  y  $B$  las que reflejan la luz. Estas dos paredes son las protagonistas de los acontecimientos  $A$  y  $B$ . El acontecimiento  $Y$  es la observación de la caída de ambos rayos, el cual sucede ahí donde se encuentra el observador cuando llegan a él la luz proveniente de  $A$  y  $B$ . En el ejemplo que considera Einstein,  $M$  es el punto donde se encuentra el observador cuando recibe simultáneamente la luz proveniente de  $A$  y  $B$ . Si la distancia entre el punto  $M$  y cualquiera de los dos puntos  $A$  y  $B$  (o cualquier otro punto que se considere) está determinada por la relación  $ct$ , el tiempo que le lleva a

---

<sup>1</sup> Dado que no hay diferencia entre la velocidad de la luz emitida por una partícula y la velocidad de la luz reflejada por una partícula, a este respecto reflejo y emisión de luz se consideran como lo mismo.



una partícula recorrer esta distancia estará determinada por esta otra relación  $d/c$ , donde  $d$  es  $x_r - x_e$ . Tomando a  $x_e$  como origen de las  $x$ 's, se tiene que  $d = x_r$  y que  $(x_e/c) = 0$  y  $(x_r/c) > 0$ . Dado que la luz se desplaza en línea recta a lo largo de las  $x$ 's, puede tomarse como punto del acontecimiento  $X$  (la caída del rayo  $A$ ) al punto  $(x_e, y, z, 0)$  y como punto del acontecimiento  $Y$  (la observación de la caída del rayo  $A$ ) el punto  $(x_r, y, z, (x_r/c))$ .

Una vez hecha la distinción formal entre el acontecimiento de la caída de un rayo y el acontecimiento de su observación, cabe preguntarse nuevamente a cuál de estos dos acontecimientos se refiere específicamente Einstein en su teoría especial de la relatividad. La pregunta tiene el mismo sentido que la pregunta que se le haría al estudiante de física que debe diferenciar su campo de estudio de otros, por ejemplo: ¿qué tipo de fenómenos estudia la física a diferencia de la química? Si bien, como acontecimientos, la caída de un rayo como su observación pueden ser descritos por la teoría especial de la relatividad, es relevante saber, en el caso específico de los planteamientos hechos por Einstein al establecer las nociones de simultaneidad y no-simultaneidad, si se refiere al que le corresponden los números  $x_e, y, z, 0$  o al que le corresponden los números  $x_r, y, z, (x_r/c)$ .

Al iniciar su análisis del concepto de tiempo en la física, Einstein plantea la siguiente situación:

“imaginemos que sobre el terraplén de nuestro ferrocarril ha caído un rayo, afectando a los carriles en dos lugares,  $A$  y  $B$ , muy alejados uno del otro. Y agrego ahora la afirmación de que estas dos descargas se han producido *simultáneamente*. Si yo ahora te pregunto, querido lector, si esta afirmación tiene algún sentido, me responderás con un “sí” convencido. Pero si yo ahora me acerco a ti con el ruego de que me expliques con más detalle el sentido de dicha afirmación, advertirás, tras cierta reflexión, que la respuesta a esta pregunta no es tan simple como a primera vista parece”<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Op. cit. p. 76

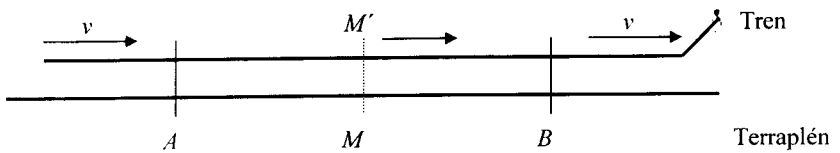
La pregunta que se hace en este planteamiento no va encaminada a cuestionar sobre las caídas de los rayos, sino lo que sobre ellas se afirma. La duda sobre el sentido de la afirmación que da origen a esta pregunta es sobre lo que es la simultaneidad. La pregunta no es sobre lo que es un acontecimiento (en este caso, las caídas de los rayos), sino sobre lo que es la simultaneidad. Einstein reconoce a las caídas de los rayos en los puntos  $A$  y  $B$  como acontecimientos y, por ello, no pregunta directamente por ellos, sino por lo que, se está afirmando de ellos, algo que se determina precisamente por la observación: “Al cabo de algún tiempo quizá se te ocurra la siguiente respuesta: *el significado de la afirmación está claro de por sí y no precisa de más explicaciones; no obstante, si me encargaran determinar, a través de observaciones, si en un caso concreto ambos sucesos tienen lugar simultáneamente o no, tendría que tomarme algún tiempo para pensar*”<sup>3</sup>. La pregunta, pues, parecería referirse más al acontecimiento de la observación que a los acontecimientos de las caídas de los rayos, pues es con base a ella que se juzga si dos acontecimientos son o no simultáneos. Pero, en todo caso, no sería en sí sobre las caídas de los rayos en los puntos  $A$  y  $B$  sobre las que se estaría afirmando si son o no simultáneas, sino sobre sus presencias en las vivencias u observaciones, lo cual depende de si las partículas de luz provenientes de  $A$  y  $B$  llegan o no simultáneamente al observador que se encuentra, si es realmente un ente físico, en un punto determinado del sistema de coordenadas. A fin de apreciar con mayor detalle la posibilidad de que este sea el caso, echemos mano de recursos einsteineanos:

Sea  $K$  el sistema de coordenadas ligadas al terraplén, y  $K'$  el sistema de coordenadas ligadas al tren. En un momento determinado es posible, como lo hace el propio Einstein, establecer una correspondencia entre puntos del sistema  $K$  y puntos del sistema  $K'$  (o de cualquier otro sistema de coordenadas). En el caso que toma Einstein para formular la noción de no-simultaneidad, hace corresponder el punto  $M$  de  $K$  con el punto  $M'$  de  $K'$ . El momento en el que el punto  $M'$  coincide

---

<sup>3</sup> Ibidem, p.77

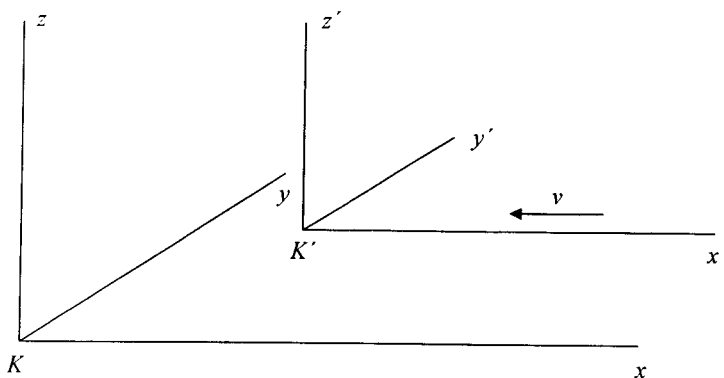
con el punto  $M$  Einstein lo define en los siguientes términos: “En el momento en el que caen las chispas (visto desde el terraplén) este punto  $M'$  coincide ciertamente con el punto  $M$ ”. Pero se da el caso de que, cuando  $M'$  coincide con  $M$ , se fijan los puntos  $A$  y  $B$  del tren que también coinciden con los puntos  $A$  y  $B$  del terraplén, como el propio Einstein lo ilustra. La siguiente es una reproducción de la ilustración de Einstein.



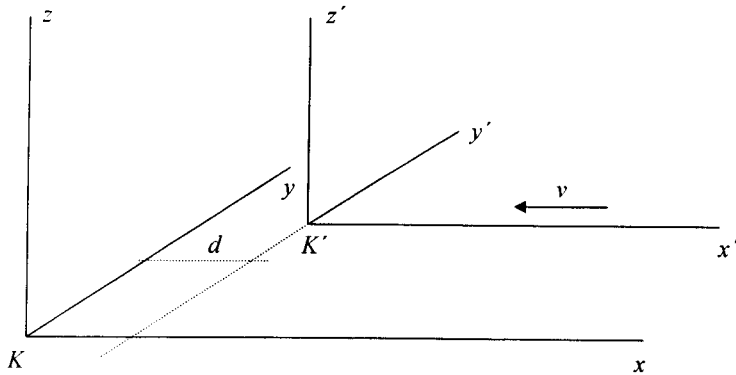
Como parte de su argumentación para llegar a la noción de no-simultaneidad y como parte de la explicación de esta ilustración, Einstein señala: “Cuando decimos que las chispas eléctricas  $A$  y  $B$  son simultáneas con respecto al terraplén, esto significa que los rayos de luz que parten de  $A$  y  $B$ , donde han caído las chispas, convergen en el punto medio  $M$  del trayecto  $A \rightarrow B$  del terraplén. Más los sucesos  $A$  y  $B$  corresponden también a posiciones  $A$  y  $B$  en el tren”<sup>4</sup>. En esta afirmación, más que poner el énfasis en las salidas de la luz de los puntos  $A$  y  $B$ , lo pone en las llegadas a  $M$ . Además, la situación planteada para la no-simultaneidad difiere tan sólo en la llegada de la luz al observador, y no en las salidas de la luz de los puntos  $A$  y  $B$ . En uno y otro caso las salidas son las mismas conforme a lo siguiente: Sea  $K$  el sistema de coordenadas ligadas al terraplén y  $K'$  el

<sup>4</sup> Ibidem, p. 79

sistema de coordenadas ligadas al tren, el cual se mueve con relación a  $K$  a una velocidad constante  $v$ , tal y como se indica en la siguiente ilustración:



Conforme a esta ilustración, tómesese como punto de origen del sistema  $K$  al punto en el que se unen las líneas de las  $x$ s,  $y$ s y  $z$ s, y como punto de origen del sistema  $K'$  al punto donde se unen las líneas de las  $x'$ s,  $y'$ s y  $z'$ s (dado que cualquier punto puede ser considerado como punto de origen, no hay ninguna dificultad en que se elijan estos como puntos de origen). En base a esto, cualquier punto de  $K$  que se halle sobre el plano  $yz$  tendrá a cero como su valor de  $x$ . Asimismo, cualquier punto de  $K'$  que se halle sobre el plano  $y'z'$  tendrá a cero como su valor de  $x'$ . Con tales consideraciones es posible ubicar no sólo acontecimientos dentro de un sistema de coordenadas con respecto a otro, sino también a sus protagonistas. Por ejemplo, una bombilla que se encuentra incrustada en la pared  $A$  del tren tendrá a cero como valor constante de  $x'$ . Si en un momento determinado se deseara determinar la posición de esta bombilla con respecto a  $K$ , tendría que determinarse la distancia entre los planos  $yz$  y  $y'z'$ , la cual queda indicada en esta otra ilustración:

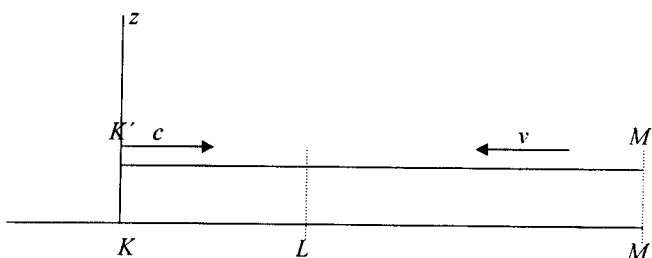


Cuando la distancia  $d$  entre los planos  $yz$  y  $y'z'$  sea cero, la bombilla se encontrará en un punto de  $K$  con valor  $x$  igual a cero. Si al momento que el plano  $y'z'$  se alinea con el plano  $yz$  (esto es, cuando  $d = 0$ ) se enciende la bombilla incrustada en la pared del tren, este acontecimiento sucederá tanto en  $K$  como en  $K'$  en un punto en el que el valor de  $x$  es cero. Para cualquier otro sistema de coordenadas  $K''$  que se mueva con respecto a  $K'$  a una velocidad constante  $v'$  y cuyo plano  $y''z''$  se alinee con el plano  $y'z'$ , también quedará alineado al plano  $yz$  al momento que la bombilla en el plano  $y'z'$  se encienda. Si en este momento se enciende también una bombilla que esté incrustada en el plano  $y''z''$ , este mismo acontecimiento también sucede respecto a  $K$  y  $K'$  en puntos cuyo valor  $x$  es cero. Y puesto que al momento de ser emitida la luz en el plano  $y''z''$  también es emitida en los planos  $y'z'$  y  $yz$ , el tiempo en el que sucede este acontecimiento es el mismo en los tres sistemas. Si  $t = d/c$  (donde  $d$ , en este caso, es la distancia que recorre la luz entre el punto de su emisión y cualquier otro punto), entonces al momento de la emisión le corresponde  $t = 0$  puesto que al momento de ser emitida la luz aún no ha recorrido distancia alguna, esto es,

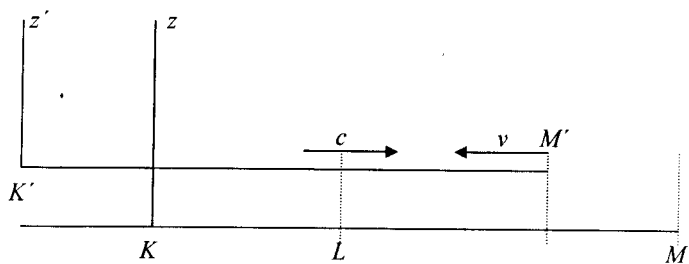
$t = 0/c$ . Tanto en la situación planteada para la simultaneidad como en la planteada para la no-simultaneidad, si  $M'$  coincide con  $M$  y  $A'$  y  $B'$  de  $K'$  coinciden, respectivamente, con  $A$  y  $B$  de  $K$ , entonces si las caídas de las chispas eléctricas  $a$  y  $b$  suceden en los puntos  $A$  y  $B$  de  $K$ , también suceden en los puntos  $A'$  y  $B'$  de  $K'$ . Y puesto que en los puntos  $A$  y  $B$  de  $K$  se inicia el viaje de la luz hacia  $M$  y en los puntos  $A'$  y  $B'$  de  $K'$  se inicia el viaje de la luz hacia  $M'$ , las caídas de los rayos  $a$  y  $b$  en  $K'$  suceden al mismo tiempo que suceden en  $K$ . Siendo consecuentes con la definición de acontecimiento, un mismo acontecimiento no podría tener valores  $x$ ,  $y$ ,  $z$  y  $t$  diferentes a la vez, porque si al menos uno de sus valores fuera diferente, estrictamente se estaría hablando de acontecimientos diferentes. Las caídas de los rayos  $a$  y  $b$  en  $K'$  son las mismas que las de  $K$ , puesto que suceden en los mismos puntos y al mismo tiempo. Los acontecimientos  $X$ , que son únicos e irrepetibles como cualquier otro acontecimiento, suceden al mismo tiempo en cualquier sistema de coordenadas, independientemente del movimiento de estos. A juzgar por esto, todo parece indicar que, en efecto, la simultaneidad o no-simultaneidad a la que Einstein se refiere no es la de los acontecimientos  $X$  en sí, sino la de su observación. Es a los acontecimientos de tipo  $Y$  (las observaciones) a los que parece referirse la relatividad, y no a los de tipo  $X$  como la gran mayoría parece inferir, sobre todo por la gran semejanza que hay entre ambos y porque el propio Einstein sigilosamente caracteriza la observación como acontecimiento sin que abiertamente le llame como tal. La cuestión no sería tanto si las partículas de luz salen o no simultáneamente de sus puntos emisores, sino si llegan o no simultáneamente al observador.

La cuestión de la relatividad se traslada, pues, al ámbito de los acontecimientos de tipo  $Y$ . Los acontecimientos de tipo  $Y$ , en tanto que observaciones, se ubican donde se encuentra el observador al momento de recibir la luz proveniente del punto emisor. Si la distancia entre el punto en el que se emite una partícula de luz y el punto en el que se encuentra el observador al recibirla es  $d$ , el momento en el que el observador recibe la luz proveniente de ese punto emisor está

definido por la relación  $t = d/c$ , donde evidentemente  $d = x_r - x_e$ . Para el caso, consideremos una situación con tres observadores, uno que viaja dentro del tren y dos que se encuentran en el terraplén. A uno de los observadores fuera del tren se le ubica en el punto  $L$ , intermedio entre los puntos  $A$  y  $M$  del terraplén, y al segundo en el punto  $M$ . Al momento que el plano  $y'z'$  de  $K'$  se alinea con el plano  $yz$  de  $K$  en este último plano una señal de luz inicia su viaje hacia los observadores, conforme se muestra en la ilustración dada a continuación:



Es de esperar que, por el movimiento que lleva el tren a una velocidad  $v$ , el observador en él sentado en el punto  $M'$  reciba antes la luz proveniente del plano  $yz$  que el observador del punto  $M$ . Pero no sólo el observador en  $M'$  recibirá antes la luz proveniente de  $yz$ , sino también el observador en  $L$ , el cual se encuentra en el terraplén como el observador que está en  $M$ . Esta situación se muestra en la siguiente ilustración:



¿En qué momentos sucederán las observaciones de los observadores en  $L$  y  $M$  de la caída de un rayo en el plano  $yz$  si  $L$  está a una distancia de 100000 km y  $M$  a 300000 km? Por la relación  $t = d/c$ , es fácil encontrar que la observación del observador en  $L$  sucede en 0.3333 segundos y la del observador en  $M$  en 1 segundo. Si  $M$  es el punto medio del trayecto  $A \rightarrow B$  y el punto  $A$  es un punto del plano  $yz$ , la luz que llega a él proveniente del punto  $B$  (que haya sido emitida al mismo tiempo que fue emitida la que le llega del punto  $A$ ) también llegará en 1 segundo. Esta misma luz llegará al observador colocado en  $L$  en 1.6666 segundos. Mientras que en el observador ubicado en  $M$  las observaciones que corresponden a las llegadas de los rayos  $a$  y  $b$  suceden simultáneamente, en el observador colocado en  $L$  primero sucede la que corresponde a la llegada del rayo  $a$  y después la que corresponde a la llegada del rayo  $b$ <sup>5</sup>. No hay ninguna dificultad en obtener estos mismos resultados mediante las transformaciones de Lorentz. Para el caso consideraremos que el tren se encuentra en reposo respecto al terraplén (esto es, su velocidad respecto al terraplén es cero:  $v = 0$ ), coincidiendo en su punto de origen con el punto de origen del terraplén, garantizando con ello que a cada valor de  $x'$  le corresponde el mismo valor de  $x$ , o viceversa (además no hay que olvidar que el punto de origen es el punto en que es emitida una

<sup>5</sup> Esto significa que para el observador en  $M$  las observaciones de las caídas de los rayos de luz en  $A$  y  $B$  son simultáneas, mientras que para el observador en  $L$  no lo son.



partícula de luz). Bastará con considerar alguno de los dos casos: el de  $L$  o el de  $M$ . Consideremos el caso del observador en  $M$ . Si el valor de  $x'$  del punto  $M'$  en el que está el observador dentro del tren es el mismo que el de  $x$  del punto  $M$  en el que se encuentra uno de los dos observadores del terraplén, es posible que el observador en  $M'$  pueda confirmar cuán distante está de la caída de un rayo  $a$  si sabe cuán distante está el observador en  $M$  de dicha caída y calcula mediante la siguiente relación:

$$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

Nuestro observador en  $M'$  sabe que el observador en  $M$  está a 300000 km de distancia y además sabe que su tren se encuentra en reposo respecto al terraplén, por lo cual obtiene:

$$x' = \frac{300000 - (0)t}{\sqrt{1 - (0)^2/c^2}}$$

Y sin más llega al resultado:  $x' = 300000$  km

Si sabe que el observador en  $M$  observó la caída del rayo  $a$  en  $t = 1$  seg., también sabe que él la observó en el mismo momento, esto es, sabe que:  $t' = 1$  seg., después de haber sustituido los términos convenientes y haber hecho las operaciones indicadas por la relación:

$$t' = \frac{t - (v/c^2)x}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

Como es de apreciar, a través de estas relaciones es posible identificar sin mayores proezas los números que caracterizan la observación como acontecimiento en una situación tan sencilla como la que hemos supuesto. Pero en situaciones más complicadas las cosas se dificultan. Esto lejos de echar abajo la afirmación que de estas relaciones describen la observación como acontecimiento, la refuerzan, tal como lo intentaremos demostrar en lo que resta de la presente sección.

A este sistema de relaciones o ecuaciones que permite ubicar el lugar y momento en el que sucede un acontecimiento en un sistema de coordenadas  $K'$  cuando se sabe el lugar y momento en el que sucede dicho acontecimiento en un sistema de coordenadas  $K$ , o viceversa, se conocen como las transformaciones de Lorentz. Sin embargo, como ya se ha establecido, en los acontecimientos de tipo  $X$  no tiene sentido plantearse una cuestión como esta y, por ende, tampoco tiene sentido el uso de las transformaciones de Lorentz; por lo cual quedan los acontecimientos  $Y$  como los acontecimientos que formalmente son representados en las transformaciones de Lorentz: 1) " $x - vt$ " es la distancia que recorre la luz desde el punto de su emisión hasta el punto de su recepción en el que se encuentra el observador, 2) " $t - ((v/c^2)x)$ "<sup>6</sup> es el tiempo que le lleva a la luz realizar dicho recorrido. Estas dos consideraciones juegan un importante papel en la estructura formal de las transformaciones de Lorentz.

Podemos imaginar ver a la luz viajar del punto de su emisión a los observadores que se encuentran en reposo uno respecto al otro en los puntos  $M$  y  $M'$  y ver que llega a los dos al mismo tiempo si los puntos  $M$  y  $M'$  se encuentran a la misma distancia del punto de emisión. También podemos imaginar ver llegar primero la luz al observador en  $M'$  y después al observador en  $M$  si el que está en  $M'$  se mueve hacia el punto de emisión a una velocidad constante  $v$  con respecto al observador en  $M$  (y también con respecto al punto de emisión). Puesto que la velocidad de la luz es

<sup>6</sup> Mediante una simple simplificación de " $t - ((v/c^2)x)$ " se obtiene " $t - (x/c)$ ", donde aprecia claramente que el valor de dicha expresión es una diferencia de tiempos que tienen que ver con la velocidad de la luz

independiente de la velocidad de su fuente (y también independiente de la velocidad del observador), en este caso podemos imaginarnos ver la luz alejándose del punto de su emisión a una velocidad  $c$  y al observador en  $M'$  acercándose a dicho punto a una velocidad constante  $v$ . En este contexto cabría formular la pregunta: ¿en qué momento y lugar sucede la observación de un acontecimiento  $X$  por parte de un observador en  $M'$  si éste se mueve respecto a  $M$  a una velocidad constante  $v$  y al suceder el acontecimiento  $X$  se encuentra a la misma distancia de él que el observador en  $M$ ? Pongamos el caso concreto de un tren que se mueve a una velocidad de 200000 km/seg. con respecto al terraplén. Si la observación del observador en  $M$  sucede un segundo después de que fue emitida la partícula de luz del punto  $A$ , la observación del observador en  $M'$  sucederá antes. Si al momento de ser emitida la partícula de luz la distancia entre ella y el observador en  $M'$  es de 300000 km, es posible hacer una estimación del punto en el que se encontrarán el observador y la partícula de luz en cuestión mediante el siguiente procedimiento: 1) se hace una estimación del tiempo en el que el observador podría encontrarse más cerca de la partícula de luz que se dirige hacia él, 2) se suman las distancias recorridas por ambas entidades en este tiempo estimado y se hace la diferencia entre la distancia inicial entre ambas y la distancia entre ellas en el tiempo estimado, 3) si la diferencia es mayor o menor que cero, se ajusta gradualmente el valor del tiempo hasta lograr que la diferencia sea igual a cero. En el caso concreto del observador que se encuentra en el tren que viaja a 200000 km/seg., puede iniciarse la estimación con  $t = 0.5$  seg. En este lapso de tiempo, la partícula de luz recorre 150000 km y el observador en  $M'$  100000 Km. Si la distancia inicial (en  $t = 0$  seg.) entre el observador en  $M'$  y la partícula de luz es de 300000 y la distancia recorrida por ambos en  $t = 0.5$  seg. es de 250000, entonces la distancia que hay entre ellos en  $t = 0.5$  seg. es de 50000 km:

$$300000 \text{ km} - 250000 \text{ km} = 50000 \text{ km}$$

Si bien puede recurrirse a centésimas o milésimas de segundo para lograr ajustar la diferencia a cero, en este caso basta con recurrir a décimas de segundo. El tiempo estimado en el que el observador en  $M'$  recibe la luz proveniente del punto  $A$  es de 0.6 seg. En este lapso de tiempo, la luz recorre 180000 km:

$$(300000 \text{ km/seg.}) (0.6 \text{ seg.}) = 180000 \text{ km}$$

Y el observador recorre la distancia de 120000 km:

$$(200000 \text{ km/seg.}) (0.6 \text{ seg.}) = 120000 \text{ km}$$

La suma de las distancias recorridas por ambas entidades es de: 300000 km. De modo que la diferencia entre la distancia inicial ( $t = 0$  seg.) y la distancia recorrida por ambos en  $t = 0.6$  seg, es igual a cero.

Si se comparan los resultados obtenidos mediante este procedimiento y los resultados que se obtienen mediante las transformaciones de Lorentz, podremos darnos cuenta de que la cercanía que tienen estos con los de Lorentz es una buena razón para considerar que las transformaciones de Lorentz, más que describir acontecimientos de tipo  $X$ , describen las observaciones de los acontecimientos  $X$ , esto es, determinan los números de las observaciones en cuanto acontecimientos.

De acuerdo a Einstein, conociendo el valor  $t$  de un acontecimiento sucedido en  $K$ , es posible determinar el valor  $t'$  del mismo acontecimiento en  $K'$  mediante:

$$t' = \frac{t - (v/c^2)x}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

Dado que  $t = x/c$ , se obtiene:

$$t' = \frac{t - (v/c)t}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

Pero sustituyendo las literales de esta expresión por los valores correspondientes del ejemplo que se ha considerado y aplicando una simple regla algebraica, tenemos:

$$t' = \frac{1 - ((2/3) 1)}{\sqrt{1 - 4/9}}$$

Obteniendo con ello:

$$\frac{0.33333}{0.74535}$$

O lo que es lo mismo:  $t' = 0.4472$  seg.

Este valor está más cercano al valor 0.6 seg. de la observación del acontecimiento  $X$  que al valor 0 seg. del acontecimiento  $X$ . Sin embargo, el papel de las transformaciones de Lorentz en la descripción de las observaciones como acontecimientos es mucho más evidente con respecto a:

$$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

El segundo término de esta igualdad puede expresarse como el producto de:

$$\frac{l}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \quad y \quad x - vt$$

Cada una de estas expresiones tiene un significado específico. El significado de la primera expresión la explica Einstein en su apéndice a *Sobre la teoría de la relatividad especial y general*:

“Además, por el principio de la relatividad, está claro que la longitud, juzgada desde  $K$ , de una regla de medir unitaria que se halla en reposo respecto a  $K'$  tiene que ser exactamente la misma que la longitud, juzgada desde  $K'$ , de una regla unidad que se halla en reposo respecto a  $K$ . Para ver qué aspecto tienen los puntos del eje  $X'$  vistos desde  $K$  basta con tomar una *fotografía instantánea* de  $K'$  desde  $K$ ; lo cual significa dar a  $t$  (tiempo de  $K$ ) un valor determinado, p. ej.  $t = 0$ . De la primera de las ecuaciones (5) se obtiene:

$$x' = ax$$

Así pues, dos puntos del eje  $X'$  que medidos en  $K'$  distan entre sí  $x' = l$ , tienen en nuestra instantánea la separación:

$$\Delta x = l/a \quad ^7$$

La “ $a$ ” de esta expresión es precisamente<sup>8</sup>:

$$\frac{l}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

Para el caso de un sistema de coordenadas  $K'$  que se mueve con respecto a  $K$  a una velocidad de 200000 km/seg. tenemos que:

<sup>7</sup> Ibidem, p. 103-104

<sup>8</sup> Cfr. Idem.

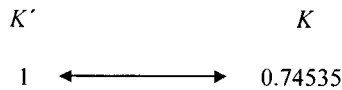
$$a = 1.3416$$

Valor que al dividir a  $l$  en  $\Delta x = l/a$  da como resultado:

$$\Delta x = 0.74535$$

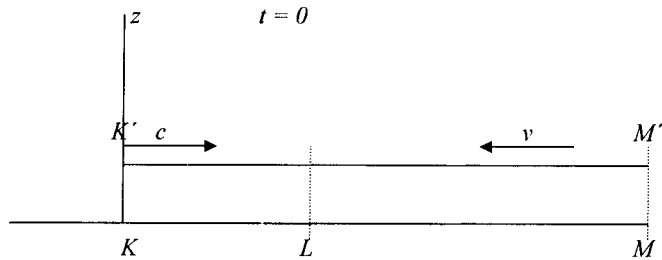
Como bien lo indica la expresión  $\Delta x = l/a$ ,  $\Delta x$ , en tanto recíproco de  $a$ , es  $\sqrt{1 - v^2/c^2}$

Lo que significa todo esto es que  $\Delta x$  es el equivalente en  $K$  de una unidad de  $K'$ :

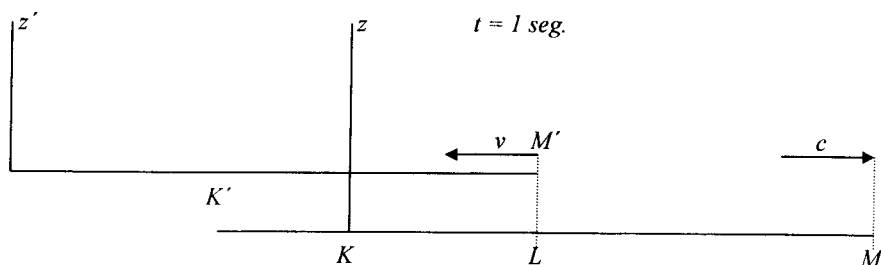


Esto es, una unidad de  $K'$  vista desde  $K$  es más pequeña.

Aunque el significado de “ $x - vt$ ” es evidente, ejemplificaremos su significado dentro del contexto que venimos analizando. En  $t = 0$  (esto es, al momento que cae un rayo en el punto  $A$ ) tanto el observador en  $M$  como el observador en  $M'$  se encuentran a la misma distancia del punto  $A$ , que para el caso que analizamos es de 300000 km. Al mismo tiempo otro observador en  $K$  se encuentra en reposo en el punto  $L$ , el cual se localiza a 100000 km de distancia del punto  $A$ :



Si  $x_M = 300000$  km y  $x_L = 100000$  km, la distancia que habrá de recorrer el observador en  $M'$ , respecto a  $K$ , de  $x_M$  a  $x_L$  es:  $x_M - x_L = 200000$  km. Una manera diferente de referirse a esta distancia es  $vt$ . Moviéndose el observador en  $M'$  a una velocidad  $v = 200000$  km/seg., le llevará un segundo recorrer dicha distancia. Cuando la luz que salió del punto  $A$  llegue al observador en  $M$ , el punto  $M'$  estará en  $L$ :



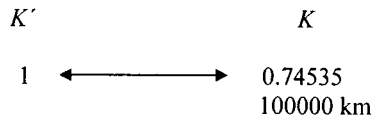
En  $t = 1$  seg., la distancia que le faltaría recorrer al punto  $M'$  para llegar al punto  $A$  es la que corresponde a:

$$x - vt$$

Respecto a  $K$ , la observación de la caída del rayo en  $A$  por parte del observador en  $M'$  sucede en el punto cuyo valor en el eje de las  $X$  está definido por  $x - vt$ . Pero como a este valor no se le considera desde el punto de vista de  $K$ , sino desde el punto de vista de  $K'$ , se recurre a la



equivalencia antes indicada, a fin determinar a cuánto equivale en  $K'$   $x - vt$ . Por una simple regla de tres se encuentra sin mayor dificultad dicha equivalencia:



La equivalencia que se obtiene mediante este procedimiento corresponde al valor que se obtiene de:

$$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

Que para el caso es:

$$x' = \frac{100000 \text{ km}}{0.74535} = 134165 \text{ km}$$

Esta es la distancia que ha de recorrer la luz en  $K'$  desde el punto  $A$  hasta el punto  $M'$  en el que se encuentra el observador al recibirla. La distancia en cuestión, sin embargo, ya sea que se la considere respecto a  $K$  ( $ct$ ) o ya sea que se la considere respecto a  $K'$  ( $ct'$ ), es menor, al menos en el caso que hemos analizado, a la distancia que recorre el observador ( $vt$ ). Es posible que Einstein no haya caracterizado abiertamente la observación como un acontecimiento a fin de evitar tener que ubicar al observador en un punto determinado de cualquier sistema de coordenadas con ayuda de las transformaciones y tener que enfrentar resultados paradójicos como el de que, siendo  $c > v$ ,  $ct < vt$ ; esto es, siendo que la luz viaja a una velocidad mayor que la de cualquier

observador, en un determinado lapso de tiempo un observador recorra una mayor distancia que la luz.

De cualquier manera, es evidente que, bajo el seguimiento que hemos hecho de los planteamientos de Einstein, las transformaciones de Lorentz describen (esto es, precisan el lugar y momento de) las observaciones como acontecimientos (acontecimientos  $Y$ ), y no los acontecimientos observados (acontecimientos  $X$ ). Como el propio Einstein lo reconoce, la atención de la física (y, con ello, el uso de las transformaciones de Lorentz) se centra en las observaciones (o percepciones): “Las ciencias naturales, y en particular la fundamental entre ellas, esto es, la Física, tienen por objeto el estudio de dichas percepciones sensorias impersonales”<sup>9</sup>.

Es probable que para el físico sea indiferente que la física relativista describa acontecimientos o las observaciones de estos acontecimientos (pues de hecho ni siquiera sospechan que haya una tal distinción), pero debería interesarles tales cuestiones, sobre todo si se confirma aún más teóricamente que las propiedades de simultaneidad y no-simultaneidad que se afirman para las observaciones no son propiedades de los acontecimientos que son objeto de estas observaciones. Estas, sin embargo, son cuestiones que abordaremos en otro trabajo.

---

<sup>9</sup> Einstein Albert, *El espacio y el tiempo en la física prerrelativista*, en “El significado de la relatividad”. Ed. Origen Planeta, México, 1985, p. 52

## Conclusiones

*Quien supone que no escucha una trompeta al escuchar sus vibraciones o sonidos producidos por un sintetizador electrónico, seguramente supone que la identidad de las vibraciones está en la materia y forma de los instrumentos que las producen*

En cumplimiento a lo prometido en la Introducción de este trabajo, y solicitando de antemano una disculpa a quienes consideran que un apartado dedicado a conclusiones no debe contener disertación alguna, concluiremos este trabajo disintiendo sobre algo que ha estado presente a lo largo de todo este trabajo, a saber, las representaciones que de los objetos nos ofrecen los sentidos, en general, y, en particular, el sentido de la vista, y que es la forma que de antemano fijamos para extraer nuestras conclusiones..

En un sentido muy general, se entiende por observación cualquier actividad perceptiva (e inclusive se refiere con dicho término al acto de entender o comprender, como en la frase: “Se ha observado que el periodo de la precesión de la elíptica es de veintiséis mil años”). Bajo este sentido, observar no sólo se refiere a la percepción que se realiza mediante el sentido de la vista, sino también a la que se lleva a cabo a través de cualquiera otro de nuestros demás sentidos. Entre las observaciones que realizamos mediante el sentido de la vista y las que realizamos mediante el sentido del oído existen obvias diferencias, una de las más notables es el tipo de estímulo con el que se relaciona cada una de ellas; sin embargo, por encima de las diferencias que pudiera haber entre ellas, los aspectos generales que permiten llamar a unas y otras percepciones *observaciones* facilitará nuestra tarea de puntualizar las conclusiones a las que se ha llegado en el presente

trabajo. Las cuestiones que hemos abordado en relación con la observación visual son cuestiones que también pueden plantearse en relación con la observación auditiva.

Y es que el papel que tienen las palabras sonoras como medios para expresar ideas, ya sean conceptos o proposiciones, nos permitirá, aun cuando se trata de dos tipos de estructuras estrechamente ligadas, tener presente las diferencias entre las palabras que se escuchan ante un discurso oral y los conceptos que vienen a la mente del oyente al escucharlas. De ninguna manera dudamos que, al escuchar la palabra "banco", dos oyentes distintos piensen en objetos distintos: Que uno de ellos, un inversionista, piense en la institución financiera en la que deposita e invierte su capital, y otro, un bolero de zapatos, piense en el objeto que le sirve de instrumento de trabajo y sobre el que se sienta al bolear los zapatos de sus clientes. Podrá estar estrechamente vinculada al concepto de institución financiera o el de artefacto de trabajo la palabra "banco", pero no por ello podrá afirmarse que uno de nuestros oyentes perciba la palabra en cuestión como institución financiera y el otro como implemento de trabajo, es decir, que a los oídos de uno y otro oyente la palabra suene diferente. Si las estructuras conceptuales organizan nuestra percepción del mundo o los estímulos que de él recibimos, sería conveniente saber en qué otro sentido puede organizar un concepto a una palabra que no sea el de articular de manera distinta sus sonidos que la constituyen. Si la palabra "banco" no suena más grave para el bolero que para el inversionista y las tonalidades dadas a sus sílabas por un hablante son las mismas para uno y otro oyente, de qué otra manera organiza el concepto a la palabra. Si los estímulos que percibe el sujeto de su entorno no poseen una organización propia y las estructuras conceptuales de éste se encargan de proveérsela, cabría suponer que algo en el concepto, a caso su forma, se impone al contenido del estímulo sonoro, organizándolo en algún otro aspecto distinto al de ser una estructura de sonido. ¿Qué otra cosa más escucha un oyente en una palabra, que no sea el tono o frecuencia de sus sílabas, por la que se pueda afirmar que el concepto organiza la percepción de la palabra?

Frente a los estímulos lumínicos, los estímulos acústicos son de una naturaleza menos sofisticada, que puede ser una ventaja en el análisis de las cuestiones de la observación. Por la estrecha relación que hay entre conceptos y palabras, habría que esperar que la organización que efectúan las estructuras conceptuales sobre los estímulos sea más evidente respecto a los estímulos sonoros llamados palabras que sobre otro tipo de estímulos: habría que esperar que la misma pronunciación de una palabra sea en algo escuchada diferente por oyentes con estructuras conceptuales o conceptos diferentes.

Es de llamar la atención que Henry Poincare, uno de los pilares de la ciencia del siglo XX (y, por qué no, de la filosofía de la ciencia, al plantear de manera original algunas de las cuestiones que aún a la fecha se discuten en esta área de la filosofía), no haya tenido las mismas consideraciones para las palabras que escucha un oyente que las que tuvo para las sensaciones ópticas que experimenta un sujeto. Para él, “las sensaciones de una persona serán un mundo eternamente cerrado para otra; mientras que el mundo de las palabras es un mundo que comparten entre sí éstas”<sup>1</sup>. Según él, “no tenemos ningún medio para verificar que la sensación que llamo roja, sea igual a la que mi vecino llama roja”<sup>2</sup>. En contraste con la diferencia de sensaciones que puede producir un mismo estímulo visual, las palabras mediante las cuales nombramos las cosas son las mismas para diferentes personas. Lo que hay de común entre dos personas que experimentan sensaciones diferentes es que ambas le llaman con igual palabra:

“Supongamos que una cereza y una amapola producen en mí la sensación A y en él la sensación B, y que, al contrario, una hoja produce en mí la sensación B y en él la sensación A. Evidentemente no sabremos nunca nada de eso, puesto que llamaré roja a la sensación A y verde a la sensación B, mientras que él llamará verde a la primera y roja a la segunda. En cambio, podremos comprobar que, tanto para él como

---

<sup>1</sup> Cfr. Poincare Henry, *Filosofía de la ciencia*, ed. Dirección General de Publicaciones, UNAM, México 1984, pp. 29-37

<sup>2</sup> *Ibidem.* p. 30

para mí, la cereza y la amapola producen la misma sensación, puesto que él da el mismo nombre a las sensaciones que experimenta, y yo hago lo mismo”<sup>3</sup>.

Para Poincare, las personas creen tener las mismas sensaciones (o inclusive observar lo mismo) por el solo hecho de usar la misma palabra para referirse a experiencias distintas. Sin embargo, olvida que las palabras que se escuchan son un tipo específico de sensaciones. Siendo consecuente, Poincare podría extender su tesis a los sonidos y palabras que escuchan las personas: No puede saberse que lo escucha una persona como una palabra todas las demás personas la escuchan como la misma palabra. Así como una persona tendría que ponerse en los ojos de otra para ver lo que ésta ve y poder así comparar su experiencia visual con la de aquél y en base a ello determinar si tienen o no la misma sensación visual, tendría que ponerse en los oídos de esta otra para saber si escuchan o no la misma palabra ante el mismo estímulo sonoro. Dado que una persona no puede ponerse en los ojos y oídos de otra, las sensaciones auditivas, en general, y, en particular, las palabras están en la misma situación que las sensaciones visuales. Las palabras que escucha una persona, pues, al igual que las sensaciones visuales a las que se refiere Poincare, son un mundo cerrado para cualquier otra persona.

Pero Poincare no considera las palabras que escucha un oyente como una serie de sonidos que otros escuchen de distinta manera. Para él, la serie de sonidos que escucha una persona como una palabra es la misma que escucha otra. En el análisis del proceso de audición hay elementos para darle la razón a Poincare a este respecto:

En primer lugar es posible considerar a la persona en un doble papel: como sujeto y objeto; es decir, como una persona que, al mismo tiempo que pronuncia palabras, se escucha decirlas. Para nadie es extraña la experiencia de tener mentalmente presente una palabra antes de pronunciarla.

---

<sup>3</sup> Idem.

Tampoco es extraña la experiencia de que, al pronunciarla, la palabra se escuche como se la ha tenido mentalmente presente, es decir, que el orden de sonidos que escucha corresponda con el orden de sonidos que mentalmente tiene presente. Aunque la pronunciación de palabras no sea otra cosa que la vibración de las cuerdas vocales y escucharlas sea, entre otras cosas, la vibración de los huesosillos del oído medio, el sujeto que inicialmente tenía mentalmente presente la palabra y que finalmente la escucha es testigo de la correspondencia entre lo que dice su boca y escuchan sus oídos: El sujeto sabe que la palabra que escucha es la misma que emite su boca, pues el mismo la dispuso a emitir dicha palabra.

En términos de Shapere, la información que emite el sistema sonoro de las cuerdas vocales es la misma que recibe el sistema auditivo: Al pasar de uno a otro sistema, la información se mantiene sin cambio. Para la persona que habla y se escucha, es una certeza que la palabra se traslada tal cual de su boca a sus oídos. Para ella, la distancia que hay entre una y otra parte de su cuerpo, como el medio que pueda haber entre ellas, no afecta a la palabra. La persona sabe que el medio que hay entre su boca y oídos, que escapa a su voluntad, no altera el contenido de la información que reciben sus oídos de su boca, esto es, que les presente a sus oídos una palabra distinta de la que emitió su boca.

En segundo lugar, si el medio no altera la palabra que viaja de la boca de una persona a sus oídos, ¿por qué habría de hacerlo al trasladarla a los oídos de otra persona? A partir de su propia experiencia, la persona que escucha sus palabras, considera que el medio que traslada las palabras se comporta de igual manera con todos los oyentes. Si, conforme a lo que se sabe, las palabras pronunciadas son vibraciones, el medio se encarga de trasladar las vibraciones de las cuerdas vocales a los huesosillos del oído medio de cualquier otra persona. A nivel de vibraciones, puede afirmarse, como lo hace Poincare, que las personas escuchan las mismas palabras, esto es, sus

huesosillos del oído medio experimentan la misma vibración de las cuerdas vocales de la boca que las emiten.

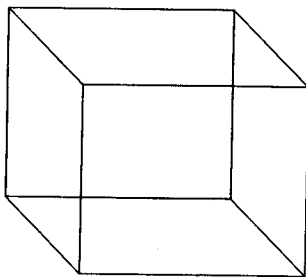
Pero si existe una correlación entre lo que escuchamos como sonido o palabra y las vibraciones del oído medio, habría que esperar que las personas experimenten los mismos sonidos y las mismas palabras ante las mismas vibraciones. Es válido suponer que las personas escuchen diferentes palabras ante las mismas vibraciones si éstas se distinguen en algo en sus sistemas de audición; pero también es válido suponer que, independiente de las diferencias que haya en sus sistemas de audición, la información contenida en las vibraciones no variará en función de las características específicas de los sistemas de audición y, finalmente, habrán de ser oídas de igual manera por los diferentes oyentes. Si se toma en serio lo que se ha afirmado en la primera sección del segundo capítulo de este trabajo (la afirmación de que los artefactos que produce el hombre funcionan bajo los mismos principios que funcionan sus correlativos naturales), nos percataremos de que, aun cuando tengan diseño distinto, dos aparatos de un mismo tipo funcionan de igual manera. Por ejemplo, dos televisores podrán tener cantidad distinta de componentes electrónicos o circuitos electrónicos distintos, y sin embargo proyectarse en sus pantallas las mismas imágenes.

Al nivel de vibraciones, las vibraciones que se producen en las cuerdas vocales y corresponden a palabras, se trasladan tal cuales al oído medio de cualquier oyente. Con ello, el orden en el que suceden unas tras otras, en el oído de cualquier oyente, es el mismo en el que suceden en las cuerdas vocales del hablante: el orden de los fonemas o sílabas que constituyen una palabra oída es, para cualquier oyente, el mismo en el que los pronuncia el hablante. Si en las palabras no hay otra cosa más que vibraciones (con frecuencia y amplitud determinada), no parece haber otra cosa más en ellas que haga que, a nivel de percepción, suenen o sean escuchadas de maneras diferentes por oyentes distintos. ¿Qué puede haber en los conceptos que pudiera hacer que las palabras suenen distinto para oyentes distintos? A nivel de percepción, lo que tengan los



conceptos no parece afectar a las palabras escuchadas: parece poco creíble, por ejemplo, que los fonemas o sílabas de una palabra se ordenen de una manera bajo el concepto *A* y de otra bajo el concepto *B*. Quien haya escuchado la palabra “banco” pensando en la institución financiera o en el artefacto que sirve para sentarse, sabrá que en ambos casos dicha palabra suena o se escucha igual.

Las palabras, si acaso se les considera un tipo específico de estímulos, serían, desde la perspectiva de Poincaré, de un tipo especial, al ser los únicos de procesarse de igual manera por distintas personas. A nivel de percepción, sin embargo, para Hanson, los estímulos visuales también son procesados de igual manera por los diferentes observadores: el orden de los puntos que constituyen a la figura que observa un sujeto es el mismo que observa cualquier otro sujeto. A nivel de percepción, la figura que observa un sujeto en una hoja de papel es la misma que observa cualquier otro sujeto en la misma hoja de papel. Empero, a un segundo nivel, a nivel de interpretación, la figura en cuestión puede observarse de diferente manera. Por ejemplo, para Hanson, si bien la siguiente figura se percibe de igual manera por distintas personas, éstas no necesariamente la han de observar igual:



Según él, algunas personas observan esta figura como “una caja vista desde abajo”, en tanto que otras como “un cubo visto desde arriba”. Ciertamente la variedad de cosas que uno puede

observar en esta figura no se agota en la caja y el cubo. Uno también podría observar en ella su recámara si está pensado en dormir. Para Hanson, lo que uno observe en esta figura depende de cómo la interprete. Y es que, para él, la observación es propiamente una interpretación.

Pero como interpretación, la observación ya no es una actividad puramente perceptiva, sino que en ella participa el pensamiento organizando la figura ya como una caja, ya como un cubo o ya como cualquier otra cosa. En la observación, la figura asume aquello que le impone el pensamiento: según sea el concepto que se piense será lo que se observe en la figura. Si pienso el concepto caja, observaré en ella una caja; y si pienso el concepto cubo, observaré en ella un cubo. Para Hanson, pues, observar es interpretar, e interpretar es pensar conceptos.

Podrán ser diversas las cosas que se observen en esta figura, pero difícilmente podrá observarse algo que no comparta la característica común de todas aquellas. Aunque alguien puede pensar en el concepto *árbol* al ver la figura, dudo que observe un árbol. Si, como en el caso de las palabras, los conceptos no son capaces de disponer en un orden distinto los puntos dispuestos en una hoja de papel y presentarlos como cosas distintas, mucho menos puede agregarle algo más. Ciertamente cuando uno piensa un determinado concepto, viene a la mente una imagen de las cosas a las que se refiere con dicho concepto. Cuando pienso en el concepto *árbol*, no pienso en un árbol en particular, sino en una serie de características por las que distingo a los árboles de otras cosas. El dibujo de un árbol de un niño es un buen ejemplo del tipo de forma que visualizamos cuando se piensa en el concepto *árbol*. La forma de un árbol difícilmente podría ajustarse al aspecto de cualquier cosa que tenga la forma cúbica. Por más nítidas y claras que sean las imágenes de las cosas que pensamos en un concepto, estas difícilmente podrán imponerse o eclipsar a las imágenes de la percepción. Los puntos dispuestos en la hoja de papel, que configuran la forma cúbica que se observa, no aceptan un reacomodo para constituirse en forma de árbol. Ni

mucho menos podrían aceptar otros puntos más que constituyan los colores y texturas de los árboles.

Poniendo en su justa la dimensión la tesis de Hanson, afirmar que uno observa las cosas según se las interprete, no debiera significar que, por ejemplo, la figura a la que hemos hecho alusión asuma, bajo nuestra mirada, ahora los rasgos de una caja, ahora los de un cubo o de cualquier otra cosa parecida, y se vea realmente ahora como una caja, ahora como un cubo o ahora como cualquier otra cosa semejante. Significa tan solo, según lo que hasta el momento hemos dicho, que cuando uno mira determinadas cosas, las mira pensando determinados conceptos. Significa que, al percibir determinadas imágenes, asociamos estas imágenes con imágenes que nos vienen al pensar conceptos. En dicha asociación, sin embargo, las imágenes de la percepción no pierden su identidad para asumir la de las imágenes que en los conceptos se piensa.

De ninguna manera dudamos que suceda que, al ver cosas, las personas piensen conceptos. Ni tampoco negamos el derecho que tienen las personas de nombrar a tal suceso como mejor les plazca. Para los fines que se persiguieron en este trabajo, no obstante, tal uso del término "observación" no fue el conveniente. A lo que Einstein se refiere por observación, no tiene el carácter contingente que tiene a lo que Hanson se refiere por "observación". Para Hanson, estar frente a una misma cosa no implica observar lo mismo. Observar una misma figura como una caja o como un cubo, significa que, ante un mismo hecho o evento, pueden suscitarse dos o más observaciones distintas entre sí. También podría darse el caso de que, ante el mismo hecho o evento, el observador no piense ningún concepto en particular y, por lo tanto, no haga observación alguna del hecho o evento, aun cuando lo vea o perciba. La manera como Einstein usa el término no deja abierta la puerta abierta a todas esas posibilidades. Para Einstein, el observador observa la caída de rayos de luz cuando la información lumínica proveniente de ellos llega a él. Los observadores de Einstein podrían pensar que lo que ven como luz viajar son ondas o partículas,

pero esto es irrelevante para sus planteamientos. A Einstein le tuvo sin cuidado el que los observadores pensarán lo que quisieran, o no pensarán concepto alguno, al momento de recibir la información lumínica. Lo que Einstein entendía por observación era la contemplación de la caída de rayos de luz o, aún más generalmente, la contemplación de *acontecimientos*. Para Einstein, la observación de acontecimientos es la contemplación de tales acontecimientos, nunca jamás podría ser, para él, el pensar tal o cual concepto cuando se lleva a cabo tales contemplaciones. A diferencia de pensar conceptos, que puede suceder o no suceder cuando se contempla *acontecimientos*; la *contemplación de los acontecimientos* sucede necesaria e irremediamente cuando a los ojos del observador llega la información lumínica proveniente de los acontecimientos. Si bien tanto “*la contemplación de acontecimientos*” como “*el pensar tal o cual concepto cuando se contempla acontecimientos*” es de carácter subjetivo —esto es, que suceden en el sujeto—, es más fácil asignarle los números  $x$ ,  $y$ ,  $z$  y  $t$  a aquella primera que a este segundo. Por el carácter necesario de la contemplación, esto es, de que sucede necesariamente cuando sucede la llegada de la información lumínica a los ojos del observador, puede ser inequívocamente caracterizada como un *acontecimiento*: uno puede ubicar, sin mayor ambigüedad, el punto de un sistema de coordenadas en el que sucede una observación como contemplación; no así el pensar tal o cual concepto. La noción de observación de Hanson, pues, no corresponde a lo que Einstein entendió por observación. La noción de observación de Hanson no garantiza que los observadores de Einstein hagan *observaciones* cuando a los ojos de éstos llega la información lumínica proveniente de los *acontecimientos*.

A este respecto, empero, la teoría de la observación de Hanson, de entre las que hemos analizado en este trabajo, no es la única que padece de una contingencia que entorpecería los planteamientos relativistas de Einstein. Como en la teoría de Hanson, en la teoría de la observación de Peter Achinstein también se refiere por observación a algo que puede o no suceder con la

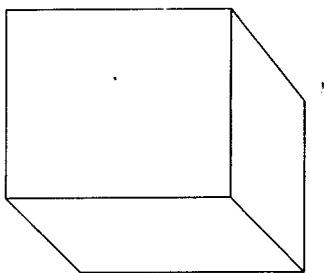
recepción o percepción de información lumínica por parte del observador. En la teoría de Achinstein, se entiende por observación a la actividad de prestar atención a cualquier aspecto o detalle de las cosas. En este sentido, se dirá que una persona observa  $X$  cuando presta atención a algún aspecto de  $X$ . Observar una pared, por ejemplo, es mirar con atención sus grietas, color o dimensiones. Sin embargo, aunque tanto el que mira con atención las grietas de la pared como el que mira con atención su color pueden afirmar que observan la misma pared, lo cierto es que cada uno atiende aspectos distintos de la pared, es decir, cada uno realiza una observación distinta. El observador que mira caer un rayo de luz en un punto  $A$  de un sistema de coordenadas con respecto a un punto  $C$  del mismo sistema de coordenadas tendría una observación distinta si mira caer al mismo rayo de luz en el mismo punto  $A$  pero con relación a otro punto del sistema de coordenadas. Podría, inclusive, no prestar atención a aspecto alguno relacionado con la caída de rayos de luz o con cualquier otro tipo de acontecimientos. Como en el caso *de pensar conceptos, el prestar atención a detalles que tienen relación con la caída de rayos de luz* es algo que puede suceder o no con la llegada de luz a los ojos del observador. La variedad de situaciones de observación que involucra la teoría de Achinstein generaría complicaciones en los planteamientos de Einstein. Einstein no hubiera podido afirmar categóricamente que sus observadores observan la caída de rayos, cuando la información lumínica llega a los ojos de éstos, si no se tiene la seguridad de que prestan atención a determinados detalles de estos acontecimientos.

Paradójicamente el relativismo que involucran las teorías de Hanson y Achinstein – esto es, el que el carácter de la observación sea relativo o dependa del concepto que se piense o la atención que se preste – entorpecería los planteamientos relativistas de Einstein. En sus planteamientos relativistas, es irrelevante si los observadores piensan tal o cual concepto o si prestan atención a tal o cual aspecto de la caída de rayos. Lo importante es que vean o contemplen los rayos caer cuando la información lumínica llega a sus ojos. El que dos observadores contemplen u observen la caída

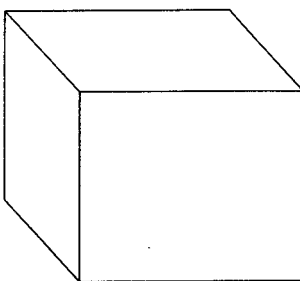
de dos rayos como simultánea o no-simultánea no depende de si cada uno de ellos piensa conceptos diferentes o presta atención a aspectos diferentes relacionados con la caída de rayos. La simultaneidad o no simultaneidad de la caída de rayos dependerá del marco de referencia desde el que observa cada observador. Cualquier observador que se encuentre en el marco de referencia en el que se encuentra un observador que observe la caída de dos rayos como simultánea, observará tal caída de rayos como simultánea.

Aunque ninguna de estas dos teorías considera como observación a aquello que Einstein toma como tal, si hubiera que pronunciarse a favor de una por sus virtudes para explicar el por qué se ven figuras como la que hemos dibujado en este apartado de las conclusiones como una “caja vista desde arriba” o como un “cubo visto desde abajo”, nos pronunciaríamos, y de hecho nos hemos pronunciado, a favor de la teoría de Achinstein. Según Hanson, la figura en cuestión se ve como caja vista desde arriba cuando se interpreta como una caja o se piensa el concepto caja, y se ve como un cubo visto desde abajo cuando se piensa el concepto cubo. Para Achinstein, en cambio, si se ve una u otra cosa, es porque la mirada fija su atención en diferentes partes de esta figura. Sin querer, Hanson da pistas para darle la razón a Achinstein: dice *caja vista desde arriba* y *cubo visto desde abajo*. Entre los elementos que tiene esta figura se encuentran dos rectángulos, uno ligeramente más arriba y a la izquierda del otro. En la segunda sección del primer capítulo, se indicó que, para Achinstein, observar es prestar atención a determinados elementos o aspectos de un todo, y que prestar atención a un determinado elemento o aspecto no es más que destacarlo o ponerlo en un primer plano, sobre los demás que permanecen en un segundo plano. Si, como hemos intentado explicar en la segunda sección del segundo capítulo, para poner atención a un determinado elemento de una figura se requiere ponerlo centrado en el campo visual, es obvio que no se puede tener al mismo tiempo a ambos rectángulos de la figura en el centro del campo visual. Si el rectángulo de abajo está en el centro de nuestro campo visual, nuestros ojos tendrán que

moveirse ligeramente hacia arriba y a la izquierda para poner al otro rectángulo en el centro de su campo visual. Cuando ponemos atención en el rectángulo de arriba, la figura parece salir de abajo hacia arriba, a la izquierda:



Pero cuando ponemos la atención en el rectángulo de abajo, parece salir de arriba hacia abajo, a la derecha:



No estaría de más, sin embargo, verificar por cuenta propia cómo, sin tener que interpretar o pensar la figura como un cubo o como una caja (y, en cambio, con tan solo mover intermitentemente nuestra mirada ligeramente hacia arriba y a la izquierda, y hacia abajo y a la derecha), la figura intermitentemente cambia su orientación de salida. Pero si esto no fuera

suficiente, sería conveniente experimentar con figuras que han sido diseñadas para ser vistas como figuras bidimensionales o tridimensionales. En este tipo de figuras es mucho más evidente que, para pasar de la figura bidimensional a la tridimensional, o viceversa, se requiere disponer de manera distinta los ojos y su mirada.

En contraste con las concepciones de observación de Hanson y Achinstein, en la concepción de la observación de Shapere hay rasgos que corresponden a la idea de observación de Einstein. En su teoría, Shapere explicará lo que es una observación a partir de lo que considera una situación de observación. Según él, en cualquier *situación de observación* intervienen tres elementos: 1) la fuente de información, 2) la transmisión de información, y 3) el receptor de información. Cada uno de estos tres elementos puede ser de naturaleza distinta, es decir, puede haber diferentes tipos de fuente de información, diferentes tipos de información y diferentes tipos de receptores. En una situación de observación específica intervienen una fuente, información y un receptor específico. Una situación de observación específica es, por ejemplo, en la que intervienen como fuente de información las cuerdas vocales al vibrar, como transmisión de información la vibración del aire, y como receptor los huesosillos del oído que vibran al recibir las vibraciones del aire. En otros términos, una situación de observación como esta, involucra a personas hablando, a ondas sonoras viajando y a personas escuchando. Para Shapere, hay una gran variedad de situaciones de observación. Las hay en las que participan elementos que a la gran mayoría les son muy familiares, como palabras y personas. Pero también las puede haber en las que sus elementos nos parezcan completamente extraños, y difícilmente se los reconozca como elementos de situaciones de observación. Puede haber situaciones de observación en las que, según Shapere, los receptores no sean seres humanos y la información no sea de la que convencionalmente se acepta como tal, esto es, información relacionada con las interacciones gravitacionales, débiles y fuertes. Las observaciones a las que se refiere Einstein en su experimento mental pueden considerarse como



situaciones de observación específicas: 1) las fuentes de información son los puntos del sistema de coordenadas donde caen los rayos de luz, 2) la transmisión de información es la información lumínica viajando desde el punto de caída del rayo hasta el punto en el que se encuentra el observador, y 3) el receptor apropiado es el observador que se encuentra en un punto determinado de un sistema de coordenadas..

Pero no solo hay acuerdo conceptual entre los elementos que Shapere considera como parte de una situación de observación y los elementos que Einstein considera en su experimento mental al referirse a la observación. También hay un acuerdo conceptual entre lo que Shapere y Einstein consideran por observación. Para Shapere, la observación es la recepción de información por parte de un receptor. y, en este sentido, no sucede sino hasta que la información llega al receptor. Si bien en Shapere hay casos en los que la información que capta un instrumento (que es un receptor) no es vista inmediatamente por un observador humano, ello no implica que el instrumento en cuestión no haya realizado una observación. Lo importante aquí es que el instrumento ha captado información que puede ser consultada en cualquier otro momento por un observador humano: una placa fotográfica que ha sido expuesta a la luz proveniente de una estrella contiene la imagen de esta estrella, y puede ser vista posteriormente por cualquier ser humano. A diferencia de una placa fotográfica que captura y retiene, en forma de imagen, la información, los ojos humanos al captar o recibir la información la tienen presente como una efímera imagen: Lo que ve un observador humano no lo ve ni antes ni después de que la luz proveniente de una fuente luminosa llegue a sus ojos. La imagen de un objeto la ve un ser humano exactamente al momento que sus ojos reciben la información lumínica proveniente de dicho objeto. En Einstein, a este respecto, la situación es la misma. Para Einstein, el observador “tiene la *vivencia* de” o contempla la caída de rayos al momento que la información lumínica proveniente de ellos llega a él. Esto es claro si se analiza el planteamiento de Einstein presentado en la segunda sección del tercer capítulo: “*La persona A*

(“yo) tiene la vivencia “cae un rayo”. La persona *A* vivencia al mismo tiempo un comportamiento de la persona *B* que establece una conexión entre este comportamiento y la propia vivencia de “cae un rayo””. Conforme al análisis hecho de este planteamiento, para que la persona *A* pueda vivenciar o contemplar al mismo tiempo la caída de un rayo y el comportamiento de una persona *B* ante la vivencia de la caída del mismo rayo, la persona *B* ha de tener *la vivencia de la caída del rayo* tan pronto como recibe la luz proveniente de ese rayo; dando con ello oportunidad a que la luz que parte de la caída del rayo y de *B* (esta última conteniendo la información del comportamiento de *B* ante su *vivencia de la caída del mismo rayo*) lleguen a la vez a *A*. Para Einstein, pues, el observador tiene *la vivencia de la caída de un rayo* cuando a éste llega la luz proveniente de la caída del rayo.

Gracias a estas similitudes nos fue posible establecer que, aunque explícitamente no lo diga, para Einstein, implícitamente, la observación es un acontecimiento, esto es, algo que puede caracterizarse por los números  $x$ ,  $y$ ,  $z$  y  $t$ . El decir que la observación sucede en un punto determinado de un sistema de coordenadas no tiene ninguna novedad si no se remarca su significado: *la vivencia de la caída de rayos* sucede en un punto determinado de un sistema de coordenadas. No sólo la recepción de información lumínica proveniente de la caída de rayos sucede en un punto determinado de un sistema de coordenadas, sino que también en ese mismo punto sucede *la vivencia de la caída de esos rayos*. La importancia de remarcar que, por ejemplo, *la vivencia de la caída de un rayo A* sucede en un punto determinado de un sistema de coordenadas radica en diferenciarlo del punto en el que sucede la caída de rayo *A*, y, por lo tanto, diferenciar *la vivencia de la caída del rayo A* de la propia caída del rayo *A*.

Para Einstein, lo que observa el observador corresponde a lo que sucede. Los acontecimientos que se muestran a los ojos del observador son los acontecimientos que realmente suceden: *la vivencia* corresponde con los acontecimientos en el sentido de que en ella se muestra lo

que realmente sucede. Si el observador ve, por ejemplo, que un rayo cae en el punto *A* y otro en el punto *B* y que caen simultáneamente, es porque realmente han caído simultáneamente, uno en el punto *A* y otro en el punto *B*. Pero si ve que no caen simultáneamente, es porque realmente no han caído simultáneamente. Para Einstein, los observadores de su experimento mental observan lo que realmente sucede: “lo que se observa es lo que realmente sucede”.

Pero la proposición “lo que se observa es lo que realmente sucede” es un tanto ambigua si no se aclara el significado de sus términos. Una cosa es lo que el sujeto experimenta como sensación o ve como imagen (o escucha como sonido), y otra cosa es el objeto que la provoca. La primera se encuentra al interior del sujeto, en tanto que la segunda se encuentra fuera de éste. Como lo reconoce el propio Shapere, lo que se traslada al sujeto y éste observa es la información que emite la fuente. La fuente (o la cosa objetiva) no se traslada al interior del sujeto ni se le hace presente por sí misma. La *vivencia de la caída de un rayo* es algo subjetivo, es decir, no puede existir al margen del sujeto. A diferencia de ésta, la caída de un rayo tiene una existencia propia al margen del sujeto. La caída de un rayo no necesita de la existencia del sujeto: *la vivencia de la caída de ese rayo*, en cambio, requiere como condición fundamental la existencia del sujeto. Sabiendo que *la vivencia de la caída del rayo A* (esto es, lo que se observa) es algo distinto a la caída del rayo *A*, y que ambas cosas tienen su propio punto en el que suceden dentro de un sistema de coordenadas; la proposición “lo que se observa es lo que realmente sucede” debiera significar que *la vivencia de la caída del rayo A* corresponde con la caída del rayo *A*, esto es, que aquella es una copia subjetiva del evento objetivo<sup>4</sup>. Bajo esta interpretación, la correspondencia entre “lo que se observa” y “lo

---

<sup>4</sup> En el mismo sentido que la imagen de un objeto en un espejo es una copia del objeto que se encuentra frente a él, *la vivencia de la caída de un rayo A* es una copia de la caída de la caída del rayo *A*. En el primer caso, original y copia serían lo mismo si no fuera porque la copia se encuentra en un lugar diferente y es bidimensional, a diferencia del original que es tridimensional. En el segundo caso, original y copian serían lo mismo si no fuera porque, además de encontrarse en puntos diferentes, uno es de naturaleza objetiva y el segundo es de naturaleza mental o subjetiva: uno de naturaleza tangible y el otro de naturaleza intangible.

que sucede realmente” se refiere a una relación de semejanza. Se trata de dos cosas que no son idénticas, sino semejantes.

Sin embargo, dado que la temporalidad de la caída de los rayos no es algo que la información lumínica lleve en sí misma, sino que depende fundamentalmente de la llegada de dicha información al observador, Einstein minoriza este hecho y hace pasar por temporalidad de la caída de los rayos a la temporalidad de la *vivencia de la caída de los rayos*. Como la *vivencia* es una copia del original, la *simultaneidad de la caída de dos rayos* que se muestra en la *vivencia* corresponde con la simultaneidad con la que cayeron los rayos. Para Einstein, si se *observa la caída de rayos como simultánea*, no es tanto porque la información lumínica proveniente de esos rayos haya llegado simultáneamente al observador, sino porque en efecto la caída de dichos rayos es simultánea. Al minorizar la llega de la información lumínica al observador, Einstein hace pasar “la simultaneidad de la llegada de la información lumínica al observador” por “simultaneidad de la caída de los rayos que emiten dicha información”.

Hay un segundo sentido en el que se puede interpretar la proposición “lo que se observa es lo que realmente sucede”. Cuando por ser tantas las semejanzas que hay entre lo que entendemos por *lo que se observa* y lo que entendemos por *lo que realmente sucede* se olvidan las diferencias entre una y otra cosa, se toman por idénticas. De acuerdo a lo escrito en la segunda sección del segundo capítulo, Einstein incurre en este descuido y toma la *vivencia de la caída del rayo A* como la caída misma del rayo *A*, y, por ende, toma por punto de caída del rayo *A* al punto en el que el observador tiene la *vivencia de la caída de dicho rayo*. El que la observación sea un acontecimiento y sea semejante a un otro acontecimiento al que se refiere, hace que Einstein los tome por uno y el mismo acontecimiento. En este sentido, lo que Einstein pone en los ojos del observador es a los acontecimientos mismos, y no a sus *vivencias*. Al dársele al acontecimiento el punto que corresponde a su *vivencia*, se nos da a entender que el acontecimiento se duplica y que

cada una de sus versiones se presenta en el sistema de coordenadas desde el que se le observa. No hay que olvidar que Einstein no llama abiertamente a las observaciones como acontecimientos, razón por la cual el término “suceso” en la proposición “*todo suceso que tenga lugar a lo largo de la vías tendrá lugar también en un punto determinado del tren*”<sup>5</sup>, ha de tomarse refiriéndose a los acontecimientos o caída de rayos de luz. Sea “el que una persona deje caer una pelota” un acontecimiento<sup>6</sup>. Conforme a lo que se afirma en la proposición, si una persona se encuentra fuera del tren, en un punto a lo largo de la vía, y ésta suelta una pelota, tal acontecimiento tendrá lugar en un punto determinado dentro del tren si tal persona se encuentra dentro del tren soltando la misma pelota. Un mismo acontecimiento, con sus mismos protagonistas, sucede en dos puntos diferentes, uno fuera del tren y otro dentro de él. De igual modo, una partícula de luz que se encuentra viajando al interior de un tren se le ubica en un punto determinado del tren si se la considera viajando respecto al tren, y, a la vez, se le ubica en otro punto determinado del tren si se la considera viajando respecto a las vías o terraplén. Resulta, pues, que una misma partícula de luz se encuentra a la vez en dos puntos diferentes de un tren: Mientras que para el observador del tren la partícula de luz se encuentra en el punto *B* del tren, para el observador del terraplén aún no llega a tal punto. No es que la partícula de luz se encuentre a la vez en dos puntos diferentes del tren, sino que la información luminica que viaja desde el mismo punto en el que se encuentra la partícula de luz recorre distancias distintas hacia cada uno de los observadores. Einstein toma por “tiempo en el que se encuentra una partícula en un punto determinado del tren” al “tiempo en el que el observador tiene *la vivencia del estar en ese punto de la partícula*”. Como los observadores en cuestión tendrán en diferentes momentos *la vivencia del estar de la partícula en un punto*, se

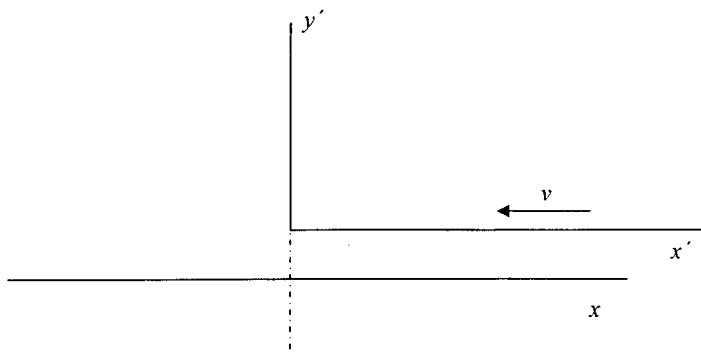
---

<sup>5</sup> Véase Op.cit. 21

<sup>6</sup> En la sección uno del capítulo tres se estableció que la caída de pelotas es un acontecimiento en el mismo sentido que la caída de rayos de luz, pues lo que importa no es lo que cae, sino la información luminica que emiten o reflejan los acontecimientos.

nos hará creer que la partícula está en un mismo punto del tren en dos tiempos distintos, cada tiempo perteneciente a un marco referencia específico. La afirmación de que “*todo suceso que tenga lugar a lo largo de la vías tendrá lugar también en un punto determinado del tren*” no significa que un mismo suceso acontezca en dos lugares distintos, sino que *la observación del mismo suceso* acontece en dos observadores que se encuentran en puntos distintos de marcos de referencia distintos.

Esta interpretación se justifica por el análisis hecho en la tercera sección del tercer capítulo a las transformaciones de Lorentz. En esta sección se mostró cómo es que la caída de un rayo de luz sucede en  $t = 0$ , cuyo valor es el mismo en cualquier sistema de coordenadas. Asimismo, como los valores  $x, y$  o  $z$  de un punto en cualquier sistema de coordenadas son asignados arbitrariamente, se mostró cómo es posible tomar como punto de origen de cada uno de tales sistemas el punto que coincida con el punto del sistema de coordenadas en el que sucede el acontecimiento. En un caso particular, si el origen de las  $x'$ 's en el tren se encuentra en la pared lateral del tren (en la ilustración corresponde al punto en el que se interceptan las dos líneas perpendiculares, entonces el origen de las  $x'$ 's en el terraplén se encuentra en la sección del terraplén que coincide con la pared lateral del tren al momento en el que en ésta cae el rayo de luz (en la ilustración corresponde a la intersección de la línea horizontal inferior y la línea discontinúa vertical):



Conforme a estas consideraciones, no tiene sentido preguntar dónde y cuándo sucede la caída de un rayo de luz en un sistema de coordenadas  $K$  cuando la caída de tal rayo sucede en un sistema de coordenadas  $K'$  en  $x' = 0$  y  $t' = 0$ ; puesto que por definición  $x = x'$  y  $t = t'$ . Por el contrario, preguntar dónde y cuándo sucede la observación de la caída de ese rayo para un observador que se encuentra en el sistema de coordenadas  $K$  cuando, al momento de suceder tal caída del rayo, está de ella a la misma distancia de la que está el observador en  $K'$  respecto a la misma caída del rayo. Si no fuera porque uno se mueve respecto al otro, en ambos la observación de la caída del rayo tendría el mismo valor  $t$ . El que el sistema de coordenadas en el que se encuentra uno se mueva respecto al sistema de coordenadas en el que se encuentra el otro, hace que dicha pregunta tenga sentido. Lo que se determina mediante las transformaciones de Lorentz no son los valores  $x$  y  $t$  o  $x'$  y  $t'$  de la caída de rayos, sino los valores  $x$  y  $t$  o  $x'$  y  $t'$  de las observaciones de la caída de rayos.

La teoría de la observación de Shapere nos permitió (1) caracterizar lo que entiende Einstein por observación como un acontecimiento, que consiste en la recepción de información lumínica por parte de un observador humano. Además nos permitió (2) establecer que en él, sin embargo, lo que se observa (esto es, la vivencia de acontecimientos) se identifica con lo que realmente sucede (esto es, los acontecimientos mismos). A tono con ello, (3) indicamos que lo que las transformaciones de Lorentz describen son las observaciones como acontecimientos, y no los acontecimientos a los que se refieren dichas observaciones. Estas son las tres principales conclusiones a las que se ha llegado en este trabajo.

Por último, cabe mencionar que tanto la sección dedicada a Hacking (quien en lo general concuerda con Shapere) como la primera sección del segundo capítulo fueron desarrolladas a fin de justificar la segunda sección del capítulo tercero, es decir, establecer las diferencias entre las

vivencias de un acontecimiento y el acontecimiento mismo, de las cuales Einstein hace caso omiso, considerando con ello a dos acontecimientos distintos como uno y el mismo acontecimiento. Entre el acontecimiento y su observación hay semejanza, nunca una identidad.

Esta sutil diferencia que Einstein pasó por alto debiera poner a reflexionar, tanto al físico como al filósofo de la ciencia, acerca de cómo sería el universo que describe la física si se tomara en cuenta tal diferencia.



## Bibliografía

Achinstein Peter. *Concepts of Science. A Philosophical Analysis*, ed. The Johns Hopkins Press, Baltimore, 1968

Clifford M. Will. *¿Tenía razón Einstein*, ed. Gedisa editorial, Barcelona, 1989

Einstein, Albert. *Sobre la teoría de la relatividad especial y general. Apéndice*, ed. Alianza editorial, Madrid, 1984

Einstein Albert. *La evolución de la física*, ed. Salvat, Barcelona, 1993

Einstein Albert. *La teoría especial de la relatividad*, en Albert Einstein y otros, selección de L Pearce Williams, ed. Altaya, Barcelona

Einstein Albert. *Notas autobiográficas*, en Albert Einstein y otros. selección de L Pearce Williams, ed. Altaya. Barcelona

Einstein Albert. Max Y Hedwig Born, *Correspondencia (1916-1955)*, ed. Siglo veintiuno editores, México, 1973

Einstein Albert. *El espacio y el tiempo en la física prerrelativista*, en "El significado de la relatividad". Ed. Origen Planeta, México, 1985

Fodor Jerry A.. *La modularidad de la mente*, traducción de José Manuel Igoa, ed. Ediciones Morata. Madrid. 1986

Hacking Ian. *Representar e intervenir*, ed. Paidós, México, 1996

Hecht Jeff y Dick Teresi, *El rayo láser*, ed. Salvat Editores, Barcelona 1989

Kuhn, Thomas, *La estructura de las revoluciones científicas*, ed. Fondo de Cultura Económica, México, 1995

Martínez Sergio, *Geografía de las prácticas científicas*, Instituto de Investigaciones Filosóficas, UNAM, México 2003

Marx W. Wartofsky, *Introducción a la filosofía de la ciencia*, ed. Alianza Editorial, México 1986

Norwood Russell Hanson, *Patrones de descubrimiento*, ed. Alianza Editorial, Madrid 1977

Olby Robert, *El camino hacia la doble hélice*, ed. Alianza Universidad, Madrid 1974

Olive León, Pérez Ransanz Ana Rosa, *Filosofía de la ciencia: teoría y observación*, ed. Siglo XXI, México 2003

Shapere Dudley, *The concept of Observation in Science and Philosophy*, ed. Oxford University Press, 1981

Thompson Richard, *Fundamentos de psicología fisiológica*, ed. Trillas, México, 1986

Turner, Stephen, (2002) *Brains/Practices/Relativism: Social Theory after Cognitive Science*. Chicago: The University of Chicago Press.