

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

CALLE 18-A CARRERA 1-E

APARTADO AEREO 4976

CABLE: UNIANDES

BOGOTÁ - COLOMBIA

Bogotá, 17 September 1953

Professor  
Albert Einstein  
Institute for Advanced Study  
Princeton, New Jersey

Dear Professor Einstein,

Last year, while at Princeton, I asked your permission to write down some of the discussions we had on questions dealing with the philosophical and methodological foundations of Physics. You generously granted your permission and suggested that I send you the manuscript so that you could go over it, and make some corrections and observations. I have now completed what I consider to be a dialogue containing most of the problems we discussed. Some points I have put in as systematic a way as possible but without great detail. On the whole I consider these 'Prolegomena to Physical Science' as a general discussion on the non-inductive character of the method of Physics. I feel a great deal more could be said in order to clarify matters; however this is beyond my possibilities at present and I believe it would take me several years of intensive work.

My intention in sending you the manuscript is to find out whether if you approve it, then it could be published as a dialogue between us. To say it briefly, I could not imagine a greater honor than to have your name associated with this paper. Not only do I consider that your opinions on these matters have unequalled value but in this particular case it so happens that whatever I have said has been either a paraphrase of our conversations or inspired by your writings. Therefore, once you have made your observations and corrections, I would beg you to let me know if it can be published with a brief commentary by you or with co-authorship. If you wish to change the form of the paper or do not care to have it published at all associated with your name, please inform me. I also would appreciate any suggestion as to the journal where publication should be done.

001/05.15

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

CALLE 18-A CARRERA 1-E

APARTADO AEREO 4978

CALLE 1 UNIANDES

BOGOTÁ - COLOMBIA

-2-

A second paper on the question of external reality dealing with a definition of primary and secondary qualities so as to preserve as objective most of the data we consider so in daily life is under way. It is also based on problems and opinions dealt with in conversations with you.

At present I am acting President of Universidad de los Andes. Dr. Zuleta Angel was appointed our Ambassador to Washington three months ago.

It is my great desire to return to Princeton for a few days. Perhaps if some questions arise in relation to the paper, I might discuss them with you on this occasion.

I thank you again for your generous support of Universidad de los Andes and for your never failing encouragement and personal interest in my intellectual preoccupations.

With best personal regards, I am, respectfully yours,

*Mario LaSerna*

MARIO LASERNA

MLfdz

-1-

PROLEGOMENA TO PHYSICAL SCIENCE

- L. The great question which seems to me has not been discussed sufficiently is the difference between experimental science and inductive science. In my opinion, physics is experimental but it is not inductive.
- E. This opinion seems to me correct; Physics is not based on induction. It has never been so. Physical concepts are not facts found in experience but are creations of the mind. Their usefulness lies in their capacity to connect facts, observed by the senses, by means of laws.
- L. How is it then that all text books on scientific method declare that physics is an inductive science and that the validity of its laws depends on the use of induction?
- E. This is because it is assumed that scientific concepts are facts which can be observed i.e. that they are realities. Newton believed that he had found in nature, as existing so that anybody could observe them, things like force, mass and acceleration. With these he explained all known facts of the planetary system, as a first approximation, of course. But Newton did not realize he had not observed force and mass; they were, in reality, not his observations but his inventions. Of course they are not arbitrary inventions; they are created by the mind in order to establish relations between facts; they are afterwards tested as adequate or inadequate by experiments.
- L. From what you say one must necessarily draw the conclusion that the language used in Physical Science does not contain words which deal with objects of the world of sense perception. In other words, Physical science does not contain statements dealing with chairs, cats, colors or other perceived objects.

E. Yes, this is so. And it is with this type of objects that inductive laws are generally established. "All dogs bark at the full moon".

This is an inductive law. It may be true or false. At any rate it deals with objects. And physical science does not. It is mainly due to the desire of the positivists who wanted to establish science as mainly a classificatory activity, that the preeminence of the inductive method was proclaimed.

L. The "objects" one classifies in physical theory have no individuality i.e. pressure or temperature are not objects like cats or chairs. It seems to me that behind the use of the inductive method there lies hidden some non-physical or non perceptible reality, that is, there is some meta-physical assumption.

E. This is not very clear. Perhaps, you can explain with more precision. First you must define what you mean by inductive law.

L. Well, an inductive law is a general proposition, i.e. which refers to a certain class of individuals, the truth of which has been established by examining a certain number of them in order to verify that they possess a common property or fact.

E. And what is meta-physical in this ?

L. It seems to me this method is based on the notion of essence and accident. Take for example the proposition "Gold is yellow".

E. Such a statement is not made in the language of physical science.



- L. That is precisely the problem. But since it is an statement which "describes reality" an ordinary person would think it is a statement found in physical science. What this statement presupposes is that there exists a certain essence called gold and that in some way or another our experience, a) tells us when we have a piece of gold in front of us, b) this identification is possible without using yellowness as a condition for identification, c) we are able after identifying this essence as gold to add that it is also yellow.
- E. We can put it thus: to establish the proposition "if x is gold then x is yellow" means that we must be able to assert "x is gold" by itself, i. e. without considering the property "yellowness". Then if we say that "for all x if x is gold x is yellow" we have an inductive law. The question is then, how do we establish the proposition "x is gold"? "x is yellow" has a physical meaning; but if we must declare something to be gold independently of its measurable, and verifiable properties, such a proposition has no physical meaning whatsoever.
- L. But it may have meanings outside of Physical science. At any rate this is another problems; perhaps a very important one, but we would not deal with it now. What seems to be proved by our analysis is that this type of propositions in which in order to assert "x is gold" we exclude physical qualities, have no place in physical science. And since in order to establish an inductive law, we have to give meaning to these propositions, this type of induction is not used in physical science.
- E. On the other hand, if physical qualities like yellowness are part of the

definition of gold, then the proposition 'gold is yellow' is analytical and not empirical. But we must examine other meanings of 'induction' and 'inductive laws'.

- L. For example a proposition like 'all pennies have Lincoln's image' is this an inductive law? Has the truth or falsity of it been obtained by empirical methods? It seems to me the answer depends on the definition of penny.
- E. Yes, in this case it would be a matter of definition; but a property like having Lincoln's image is not a property which can be formulated in the language of physical science, that is, the laws that we speak of in physics do not establish that type of relations.
- L. Why? Is not such a proposition the description of something physical?
- E. Yes. But a law of physics is not a 'description' of something but a description of a relation i.e. of the way in which different physical concepts are related to one another. In other words a law of physical science is a function in which the related variables are quantifiable; if one gives to a set of variables a given value, within a physical formula, the other variables take on definite values. 'Lincoln's image' cannot be considered a variable; it cannot take any numerical value.
- L. The matter is quite clear now. Inductive laws do not express relations between well defined entities like in the gas formula  $PV = nRT$ . In inductive laws, or at least in a common type of inductive laws like 'Ripe apples are sweet' one does not establish a functional relation between ripe ap-

ples and sweetness. What one rather does is to predict that a certain cluster of qualities (those which define ripe apple), will be followed by the perception of another quality; in this sense inductive laws are the formulation of certain sense expectations. But they do not express quantifiable relations between concepts.

- E. It could also be said that in inductive laws an object is identified by a certain group of qualities, and the laws says that there is another quality which will always appear as co-existing with the initial ones but which is not part of the definition of the object. Such is not the method of physical science. Here we have no initial group of qualities identifying an object. As a matter of fact what we call objects in the ordinary sense, have no rights of citizenship in the world of physical science. Physical concepts, as I already said, are never perceived.
- L. Then how are objects, or what corresponds to our experience of objects, identified in physical science? If it is not through their sensible qualities, how do we know an object is the same in two different occasions? Is the concept of identity a concept of physical science?
- E. I believe that identity is not a concept of physical science in the sense that it is either used or perceived within our experience of the "objects" dealt with in physical science. Identity is either a metaphysical concept or one derived from the world of the senses. Of course we could describe a situation contemplated in physical science which would correspond to our ordinary meaning of identity.

- L. I suppose one could say that given a certain process described adequately by physical laws if the energy exchange relations of a certain region of space satisfy given conditions, then that entity contained in the region of space observed remains identical.
- E. Some of these formulations give me the impression of swallowing without having anything in my mouth. But perhaps this is unavoidable.
- L. How do we know that given experiences have put us in contact with 'parts' of the same type of reality? How do we know two different pieces of matter are both pine wood. And I put this question not in the realm of practical daily affairs, but in the rigorous world of scientific knowledge. It is quite clear that sense experience cannot be the complete answer.
- E. Sense experience is involved in the process. But the answer to your question of how two atoms of experience may be said to belong to the same 'reality', in your example, pine wood, is that, scientifically pine wood or iron or gold or oxygen is identified by the laws that it fulfills, i.e. by the relations which it satisfies. This is how the scientist proceeds. He takes a piece of a material A. He invents concepts like weight, color, heat of fusion, and he discovers what relations expressed in a functional way these concepts satisfy when present in A. Then whenever another piece of matter B satisfies those same relations, we say that A and B are two portions of the same substance or physical reality. Therefore gold or oxygen are names for the class of all portions of matter that satisfy the relations that define gold or



oxygen. Normally if two pieces of matter are portions of the same substance, the sense counterparts to the physical properties i.e. the color, hardness, specific weight etc. appear the same. Identity of sense perception is, to say it roughly, a first approximation to the physical science counterpart of being two portions of the same physical substance.

- L. I am inclined to believe that this method of defining a given substance or entity by the relations it satisfies is not as unfamiliar as its theoretical sophistication and its serious epistemological consequences would make it appear. For instance, in chemistry it seems to me such a method has always been used. A given chemical substance is identified as being, let us say, alcohol of a certain type, if it fulfils certain properties i.e. if it exhibits some reactive qualities. Once the substance has been tested through a process of reactions with other substances, one is able to identify it. It is true that the properties exhibited in a reaction are usually described in the language of the senses; color, precipitation, heat, etc. but one could always reduce these sense manifestations to concepts definible within physical science. This would mean that ultimately chemical processes should be reducible to the language proper to physical science. At present the relations satisfied by chemical reactions are not functional or numerical relations, but relations between concepts belonging to the language of the senses.

- E. What is very important is that within a given stage of development of scientific theory, i.e. systematized experience, if we want to develop a theory T and express within it relations  $t_1, t_2, \dots, t_s$ , we have to

identify these concepts or entities that are related by the  $T_1$ ; how do we identify them in order to know whether the  $T_1$  hold or not? Of course the answer is operationalism; but how do we know that the scales and apparatus used in carrying out such an operation are the "same" physical objects? The answer is that a less developed theory than  $T_1$ , call it  $T_0$ , has provided us with relations  <sup>$T_0$</sup>  such that the objects we use in our apparatus satisfy them. i.e. we say something is a dry piece of pine wood if it satisfies some relations we consider a part of the definition of pine wood. What is then, if we carry on a regression into more elementary, immediately given or experienceable theories, the basic experienceable and verifiable relations we start from? This theoretically prior experience must be something inherent in the field of some sense; it seems to me the answer is that the basic experiences given in a sense field are the familiar propositions of Euclidean Geometry as known through a visual or tactual model.

- L. The validity of this last assertion depends on the impossibility of the existence of more than one visual or tactile model of Euclidean Geometry.
- E. Let us draw our conclusions.
- L. Yes; and I believe we have some important ones to draw.
- E. It is quite clear that induction is not the method of proving the validity of the laws that constitute physical science. Neither is induction used for establishing the law, nor once the law has been established can there appear "an instance that contradicts it". This is so because one cannot decide that something is an instance to which the law should apply without first identifying that something. And the identification is

carried on by imposing as a condition for classifying it under a given name that it fulfill certain laws. In practice what happens is that we classify things by using sense cues, and not by the abstract way of investigating what functional relations are satisfied.

- L. Induction then is a method for establishing laws within the world of sense experience, but not in the world of quantifiable concepts. It may also be said to consist of laws relating not so much to the external world as to our neurological structure. One can see the following assertions: Physical science will not be altered by discoveries in the field of neurology, but the science dealing with sense perceptions and not with abstract quantified concepts, that is, the science of inductive laws, may change with our knowledge in the field of neurology.
  
- E. One should not fall into the mistake of assuming that because sense experience by itself does not constitute scientific knowledge, then sense experience has no place in the formation of scientific theories.
  
- L. Yes; such mistakes must be avoided. But it would be also of great interest to know which part of sense experience is used for forming scientific theories. Obviously we could possess all our physical science if the visible spectrum did not include the wave lengths corresponding to 7000 - 8500 Å. Therefore the experience of red is not indispensable.
  
- E. Undoubtedly the question of what is objective experience is a very old and difficult problem. It is the ancient question of primary and secondary qualities. It still remains unsolved.

Bogotá, septiembre 17 de 1953

Profesor

Albert Einstein

Instituto de Estudios Avanzados

Princeton, Nueva Jersey

Apreciado Profesor Einstein,

El año pasado, durante mi estancia en Princeton, le pedí permiso para poner por escrito algunas de las discusiones que mantuvimos sobre cuestiones relacionadas con los fundamentos filosóficos y metodológicos de la Física. Usted me concedió generosamente su permiso y me sugirió que le enviara el manuscrito para que pudiera revisarlo y hacer algunas correcciones y observaciones. He completado lo que considero un diálogo que contiene la mayor parte de los problemas que discutimos. Algunos puntos los he expuesto de la forma más sistemática posible, pero sin gran detalle. En conjunto considero estos "Prolegómenos a la Ciencia de la Física" como una discusión general sobre el carácter no inductivo del método de la Física. Creo que se podría decir mucho más para aclarar las cosas; sin embargo, esto va más allá de mis posibilidades actuales y creo que me llevaría varios años de trabajo intensivo.

Mi intención al enviarle el manuscrito es averiguar si, en caso de que usted lo apruebe, podría publicarse como un diálogo entre nosotros. Para decirlo brevemente, no podría imaginar un honor mayor que el de asociar su nombre a este documento. No sólo considero que sus opiniones sobre estos temas tienen un valor inigualable, sino que en este caso concreto ocurre que todo lo que he dicho ha sido o bien una paráfrasis de nuestras conversaciones o bien inspirado en sus escritos. Por lo tanto, una vez que haya hecho sus observaciones y correcciones, le rogaría que me comunicara si puede publicarse con un breve comentario suyo o en coautoría. Si desea cambiar la forma del trabajo o no le interesa en absoluto que se publique asociado a su nombre, le ruego me lo comunique. También le agradecería cualquier sugerencia sobre la revista en la que debería publicarse.



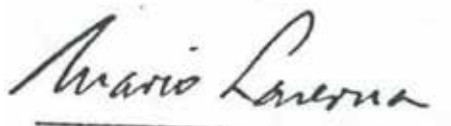
Está en marcha un segundo trabajo sobre la cuestión de la realidad externa, que trata de la definición de cualidades primarias y secundarias para preservar como objetivos la mayoría de los datos que consideramos en la vida cotidiana. También se basa en problemas y opiniones tratados en conversaciones con usted.

Actualmente soy rector interino de la Universidad de los Andes. El Dr. Zuleta Ángel fue nombrado nuestro Embajador en Washington hace tres meses.

Es mi gran deseo volver a Princeton por unos días. Tal vez si surgen algunas preguntas en relación con el documento, pueda discutir las con usted en esta ocasión.

Le agradezco nuevamente por su generoso apoyo a la Universidad de los Andes y por su constante aliento e interés personal en mis preocupaciones intelectuales.

Con mis mejores saludos personales. Atentamente,



Mario Laserna

---

MARIO LASERNA

## PROLEGÓMENOS A LA CIENCIA FÍSICA

L. La gran cuestión que me parece que no se ha debatido suficientemente es la diferencia entre ciencia experimental y ciencia inductiva. En mi opinión, la física es experimental, pero no inductiva.

E. Esta opinión me parece correcta; la Física no se basa en la inducción. Nunca ha sido así. Los conceptos físicos no son hechos encontrados en la experiencia, sino creaciones de la mente. Su utilidad reside en su capacidad para conectar hechos, observados por los sentidos, mediante leyes.

L. ¿Cómo es posible entonces que todos los libros de texto sobre el método científico declaren que la física es una ciencia inductiva y que la validez de sus leyes depende del uso de la inducción?

E. Esto se debe a que se supone que los conceptos científicos son hechos que pueden ser observados, es decir, que son realidades. Newton creía haber encontrado en la naturaleza cosas, existentes para que cualquiera pudiera observarlas, como la fuerza, la masa y la aceleración. Con ellas explicaba todos los hechos conocidos del sistema planetario, en una primera aproximación, por supuesto. Pero Newton no se dio cuenta de que no había observado la fuerza y la masa; en realidad, no eran sus observaciones, sino sus invenciones. Por supuesto, no son invenciones arbitrarias; son creadas por la mente con el fin de establecer relaciones entre hechos; después se comprueban si son adecuadas o inadecuadas de acuerdo con la experiencia.

L. De lo que dice hay que sacar necesariamente la conclusión de que el lenguaje utilizado en la Ciencia Física no contiene palabras que tratan los objetos del mundo de la percepción sensorial. En otras palabras, la ciencia física no contiene enunciados que traten de sillas, gatos, colores u otros objetos percibidos.

E. Sí, así es. Y es con este tipo de objetos con los que generalmente se establecen las leyes inductivas. "Todos los perros ladran con la luna llena". Esta es una ley inductiva. Puede ser verdadera o falsa. En cualquier caso, trata de objetos. Y la ciencia física no. Es principalmente debido al deseo de los positivistas que querían establecer la ciencia como una actividad principalmente clasificatoria, que se proclamó la preeminencia del método inductivo.

L. Los "objetos" que se clasifican en la teoría física no tienen individualidad, es decir, la presión o la temperatura no son objetos como los gatos o las sillas. Me parece que detrás del uso del método inductivo se esconde alguna realidad no física o no perceptible, es decir, hay algún supuesto metafísico.

E. Esto no está muy claro. Quizá pueda explicarlo con más precisión. Primero debe definir lo que entiende por ley inductiva.

L. Pues bien, una ley inductiva es una proposición general, es decir, que se refiere a una determinada clase de individuos, cuya verdad se ha establecido examinando un cierto número de ellos para comprobar que poseen una propiedad o hecho común.

E. ¿Y qué hay de metafísico en esto?

L. Me parece que este método se basa en la noción de esencia y accidente. Tomemos por ejemplo la proposición "El oro es amarillo".

E. Tal afirmación no se hace en el lenguaje de la ciencia física.

L. Precisamente ese es el problema. Pero como se trata de una afirmación que "describe la realidad", una persona común y corriente pensaría que es una afirmación que se encuentra en la ciencia física. Lo que esta afirmación presupone es que existe una cierta esencia llamada oro y que de una manera u otra nuestra experiencia, a) nos dice cuando tenemos delante un trozo de oro, b) esta identificación es posible sin utilizar la amarillez como condición para la identificación, c) después de identificar esta esencia como oro somos capaces de añadir que también es amarilla.

E. Podemos decirlo así: al establecer la proposición "si x es oro entonces x es amarillo" significa que debemos ser capaces de afirmar "x es oro" por sí mismo, es decir, sin considerar la propiedad "amarillez". Entonces, si decimos que "para todo x si x es oro x es amarillo", tenemos una ley inductiva. La pregunta es entonces, ¿cómo establecemos la proposición ¿"x es oro"? "x es amarillo" tiene un significado físico; pero si tenemos que declarar que algo es oro independientemente de sus propiedades medibles y verificables, tal proposición no tiene ningún significado físico.

L. Pero puede tener sentido fuera de la ciencia física. En todo caso este es otro problema; quizás muy importante, pero no lo trataremos ahora. Lo que me parece probado por nuestro análisis es que este tipo de proposiciones en las que para afirmar "x es oro" excluimos cualidades físicas, no tienen cabida en la ciencia física. Y puesto que, para establecer una ley inductiva, tenemos que dar sentido a estas proposiciones, este tipo de inducción no se utiliza en la ciencia física.

E. Por otra parte, si cualidades físicas como el color amarillo forman parte de la definición del oro, entonces la proposición "el oro es amarillo" es analítica y no empírica. Pero debemos examinar otros significados de "inducción" y "leyes inductivas".



L. Por ejemplo, una proposición como "todos los peniques tienen la imagen de Lincoln", ¿es una ley inductiva? ¿Se ha obtenido su verdad o falsedad por métodos empíricos? Me parece que la respuesta depende de la definición de penique.

E. Sí, en este caso sería una cuestión de definición; pero una propiedad como la de tener la imagen de Lincoln no es una propiedad que se pueda formular en el lenguaje de la ciencia física, es decir, las leyes de las que hablamos en física no establecen ese tipo de relaciones.

L. ¿Por qué? ¿No es tal proposición la descripción de algo físico?

E. Sí. Pero una ley de la física no es una "descripción" de algo, sino la descripción de una relación, es decir, de la forma en que distintos conceptos físicos se relacionan entre sí. En otras palabras, una ley de la ciencia física es una función en la que las variables relacionadas son cuantificables; si se da a un conjunto de variables un valor determinado, dentro de una fórmula física, las demás variables adquieren valores definidos. "La imagen de Lincoln" no puede considerarse una variable; no puede tomar ningún valor numérico.

L. Ahora el asunto está bastante claro. Las leyes inductivas no expresan relaciones entre entidades bien definidas como la fórmula de los gases  $PV=MRT$ . En las leyes inductivas, o al menos en un tipo común de leyes inductivas como "Las manzanas maduras son dulces" no se establece una relación funcional entre las manzanas maduras y la dulzura. Lo que se hace más bien es predecir que a un determinado conjunto de cualidades (las que definen a la manzana madura), le seguirá la percepción de otra cualidad; en este sentido las leyes inductivas son la formulación de ciertas expectativas de sentido. Pero no expresan relaciones cuantificables entre conceptos.

E. También podría decirse que en las leyes inductivas un objeto se identifica de acuerdo con un determinado grupo de cualidades, y las leyes dicen que hay otra cualidad que siempre aparecerá como coexistente con las iniciales, pero que no forma parte de la definición del objeto. Ese no es el método de la ciencia física. En la ciencia física no tenemos un grupo inicial de cualidades que identifiquen un objeto. De hecho, lo que llamamos objetos en el sentido ordinario, no tienen derechos de ciudadanía en el mundo de la ciencia física. Los conceptos físicos, como ya he dicho, nunca se perciben.

L. Entonces, ¿cómo se identifican los objetos, o lo que corresponde a nuestra experiencia de los objetos, en la ciencia física? Si no es a través de sus cualidades sensibles, ¿cómo sabemos que un objeto es el mismo en dos ocasiones distintas? ¿Es el concepto de identidad un concepto de la ciencia física?

E. Creo que la identidad no es un concepto de la ciencia física en el sentido de que sea usado o percibido en nuestra experiencia de los "objetos" de los que se ocupa la ciencia física. La identidad es un concepto metafísico o derivado del mundo de los sentidos. Por supuesto, podríamos describir una situación contemplada en la ciencia física que correspondería a nuestro significado ordinario de identidad.

L. Supongo que se podría decir que dado un cierto proceso descrito adecuadamente por las leyes físicas si las relaciones de intercambio de energía de una cierta región del espacio satisfacen unas condiciones dadas, entonces esa entidad contenida en la región del espacio observada permanece idéntica.

E. Algunas de estas fórmulas me dan la impresión de no tener nada en la boca antes de tragar. Pero quizá sea inevitable.

L. ¿Cómo sabemos que determinadas experiencias nos han puesto en contacto con "partes" del mismo tipo de realidad? ¿Cómo sabemos que dos trozos distintos de materia son ambos madera de pino? Y planteo esta pregunta no en el ámbito de los asuntos prácticos cotidianos, sino en el riguroso mundo del conocimiento científico. Está bastante claro que la experiencia sensorial no puede ser la respuesta completa.

E. La experiencia sensorial está implicada en el proceso. Pero la respuesta a su pregunta de cómo puede decirse a través de la experiencia que dos átomos pertenecen a la misma "realidad", en su ejemplo, la madera de pino, es que, científicamente la madera de pino o el hierro o el oro o el oxígeno se identifican por las leyes que cumplen, es decir, por las relaciones que satisfacen. Así es como procede el científico. Toma un trozo de una materia A. Inventa conceptos como peso, color, calor de fusión, y descubre qué relaciones expresadas de forma funcional satisfacen estos conceptos cuando están presentes en A. Entonces, siempre que otro trozo de materia B satisfaga esas mismas relaciones, decimos que A y B son dos porciones de la misma sustancia o realidad física. Por lo tanto, oro u oxígeno son nombres para la clase de todas las porciones de materia que satisfacen las relaciones que definen el oro o el oxígeno. Normalmente, si dos porciones de materia son porciones de la misma sustancia, las contrapartidas sensoriales de las propiedades físicas, es decir, el color, la dureza, el peso específico, etc., parecen iguales. La identidad de la percepción sensorial es, por decirlo en términos generales, una primera aproximación a la contrapartida de la ciencia física de ser dos porciones de la misma sustancia física.

L. Me inclino a creer que este método de definir una sustancia o entidad dada por las relaciones que satisface no es tan desconocido como su sofisticación teórica y sus serias consecuencias epistemológicas harían parecer. Por ejemplo, en química me parece que siempre se ha utilizado este método. Una sustancia química dada se identifica como, digamos, alcohol de un determinado tipo, si cumple ciertas propiedades, es decir, si presenta algunas cualidades reactivas. Una vez que la sustancia se ha probado mediante un proceso de reacciones con otras sustancias, se puede identificar. Es cierto que las propiedades que se manifiestan en una reacción suelen describirse con el lenguaje de los sentidos; color, precipitación, calor, etc., pero siempre se podrían reducir estas manifestaciones sensoriales a conceptos definibles dentro de la ciencia física. Esto significaría que, en última instancia, los procesos químicos deberían poder reducirse al lenguaje propio de la ciencia física. En la actualidad, las relaciones satisfechas por las reacciones químicas no son relaciones funcionales o numéricas, sino relaciones entre conceptos pertenecientes al lenguaje de los sentidos.

E. Lo que es muy importante es que, dentro de un determinado estado de desarrollo de la teoría científica, es decir, de la experiencia sistematizada, si queremos delegar una teoría  $T$  y expresar dentro de ella las relaciones  $t_1, t_2, \dots, t_s$ , tenemos que identificar aquellos conceptos o entidades que están relacionados por  $t_i$ ; ¿cómo los identificamos para saber si  $t_i$  se sostiene o no? Por supuesto, la respuesta es operacionalista; pero ¿cómo sabemos que las balanzas y los aparatos utilizados para realizar dicha operación son los "mismos" objetos físicos? La respuesta es que una teoría menos desarrollada que  $T_1$ , llámese  $T_0$ , nos ha proporcionado relaciones  $t_{i_0}$  tales que los objetos que utilizamos en nuestros aparatos las satisfacen. es decir, decimos que algo es un trozo seco de madera de pino si satisface algunas relaciones que consideramos parte de la definición de madera de pino. ¿Cuáles son entonces, si llevamos a cabo una regresión hacia teorías más elementales, inmediatamente dadas o experimentables, las relaciones básicas experimentables y verificables de las que partimos? Esta experiencia teóricamente previa debe ser algo inherente al campo de algún sentido; me parece que la respuesta es que las experiencias básicas dadas en un campo sensorial son las proposiciones familiares de la Geometría Euclidiana tal como se conocen a través de un modelo visual o táctil.



L. La validez de esta última afirmación depende de la imposibilidad de que exista más de un modelo visual o táctil de la Geometría Euclidiana.

E. Saquemos nuestras conclusiones.

L. Sí; y creo que tenemos algunas importantes.

E. Está bastante claro que la inducción no es el método para demostrar la validez de las leyes que constituyen la ciencia física. Ni la inducción se utiliza para establecer la ley; tampoco que una vez establecida la ley puede aparecer "un caso que la contradiga". Es así porque no se puede decidir que algo es un caso al que debe aplicarse la ley sin antes identificar ese algo. Y la identificación de ese algo se lleva a cabo imponiendo como condición para clasificarlo con un nombre determinado que cumpla ciertas leyes. En la práctica, lo que ocurre es que clasificamos las cosas utilizando indicios sensoriales, y no por la vía abstracta de investigar qué relaciones funcionales se cumplen.

L. La inducción es, pues, un método para establecer leyes dentro del mundo de la experiencia sensorial, pero actúa en el mundo de los conceptos cuantificables. También puede decirse que consiste en leyes relacionadas no tanto con el mundo exterior como con nuestra estructura neurológica. Se puede hacer la siguiente afirmación: La ciencia física no se verá alterada por los descubrimientos en el campo de la neurología, pero la ciencia que se ocupa de las percepciones sensoriales y no de conceptos abstractos cuantificables, es decir, la ciencia de las leyes inductivas, puede cambiar con nuestros conocimientos en el campo de la neurología.

E. No se debe caer en el error de suponer que, como la experiencia sensorial no constituye por sí misma un conocimiento científico, la experiencia sensorial no tiene cabida en la formación de teorías científicas.

L. Sí, hay que evitar esos errores. Pero también sería de gran interés saber qué parte de la experiencia sensorial se utiliza para formar teorías científicas. Obviamente, podríamos poseer toda nuestra ciencia física si el espectro visible no incluyera las longitudes de onda correspondientes a 7000 - 8500 Å. Por lo tanto, la experiencia del rojo no es indispensable.

E. Sin duda, la cuestión de qué es la experiencia objetiva es un problema muy antiguo y difícil. Es la antigua pregunta de las cualidades primarias y secundarias. Y sigue sin resolverse.