

PASCAL Y LA POLÉMICA EN TORNO AL VACÍO

SILVIA CASTRO

*El presente es un artículo de historia de la ciencia, en el que se aborda la polémica en torno a la inexistencia del **horror vacui** en el siglo XVII.*

Se refiere a los aspectos históricos que rodearon la publicación de la obra de Pascal conocida como Nuevos experimentos respecto al vacío (1647), y la disputa teórica incluida en la correspondencia con el Padre Noífl.

Se consideran también, con especial énfasis, las reservas metodológicas a las que se vio obligado Pascal al no contar aún, en 1647, con una prueba contundente para la refutación de las tesis plenistas y para la afirmación de que todos los efectos hasta entonces atribuidos al horror al vacío se debían en realidad al peso del aire ambiente.

En octubre de 1646, Pierre Petit, ingeniero, consejero real e importante experimentador entonces de paso por Ruán, comunicó a Pascal una noticia que ya el Padre Mersenne (1) había llevado a Francia en 1646 al regresar de su viaje por Italia. Esta noticia consistía en una nueva experiencia de Torricelli con respecto al vacío; la explicación de ésta que refiere Pascal es la siguiente:

Hace aproximadamente cuatro años que en Italia se hizo el experimento de que un tubo de vidrio de cuatro pies de Largo, de que un extremo está abierto y el otro cerrado herméticamente, si se le llena de mercurio, cerrando luego la abertura con el dedo o de cualquier otra forma, y colocando dicho tubo perpendicularmente al horizonte, con una abertura taponeada hacia abajo, se le sumerge dos o tres dedos en más mercurio contenido en un recipiente lleno hasta la mitad de mercurio y en' la otra mitad de agua; si destapamos la abertura, el mercurio del tubo desciende en parte, dejando en la parte superior del tubo un espacio vacío en apariencia y la parte baja de dicho tubo sigue estando llena de ese mercurio hasta una cierta altura. Y si levantamos un poco ese tubo hasta hacer que su abertura, que se sumía antes en el mercurio del recipiente, salga de ese mercurio y llegue a la región del agua, el mercurio del tubo sube hasta lo más alto, con el agua; yesos dos líquidos se mezclan en el tubo, pero finalmente cae todo el mercurio y el tubo se llena completamente de agua. (2)

Petit había intentado sin éxito reproducir el mencionado experimento y tenía la esperanza de poderlo realizar en su estancia en Ruán, donde la técnica de los vidrieros era capaz de producir tubos de cristal lo suficientemente resistentes como para soportar la presión de cuatro pies de mercurio. Conseguidas esas condiciones, el experimento fue entonces reproducido.

Aunque Petit dice que Pascal fue un simple observador, lo cierto es que a principios de 1647, éste realizó un experimento crucial, con gran pompa y cierta teatralidad, con el que se pretendía refutar las tesis de aquellos que supon ían que en el espacio

aparentemente vacío lo que hay son vapores emanados del mercurio. La experiencia de Pascal consiste en repetir el experimento de Torricelli pero llenando dos tubos, uno con agua y otro con vino tinto y preguntando a los presentes cuál de los líquidos debía alcanzar la mayor altura. Puesto que el vino es más volátil y debe emanar mayor cantidad de gases, el público supuso que, definitivamente, el vino llegaría a una altura menor. El resultado del experimento fue exactamente lo contrario pues el vino quedó ocho pulgadas más arriba que el agua.

En realidad Petit estaba interesado en los resultados del experimento con mercurio para la demostración de la existencia del vacío, aunque en una carta fechada 19 de noviembre de 1647 que envió a Pierre Chanut, embajador francés en Suecia quien había intentado repetir el experimento con Mersenne, no se hacía ninguna formulación de teorías ni se manifestaban opiniones, sino que apenas se daba una descripción desnuda del experimento repetido de Torricelli.

Por el contrario, la finalidad de la obra de Pascal, que apuntaba a la elaboración de un Tratado con los resultados de sus experimentos, era la de demostrar, más allá de Petit y de acuerdo con Torricelli, que todos los efectos que se atribuían al horror vacui se debían en realidad al peso del aire ambiente.

En 1647 Pascal no tenía escrito ese Tratado, que no terminaría sino hasta 1651 y que nunca llegó a publicarse, bien porque se perdió o bien porque su autor decidió reducirlo a dos escritos de mayor brevedad, estilo que era, de por sí, de su gusto personal: el Tratado del equilibrio de los líquidos y el Tratado del peso de la masa del aire (1653?) (3) Del Tratado original sólo conservamos un interesante Prefacio, probablemente escrito también en 1647.

En todo caso, Pascal decidió dar a conocer, en ese mismo año, un resumen del Tratado bajo el nombre de Nuevos experimentos respecto al vacío (1647), en el que, sin embargo, no se hacía referencia a la intención de la obra. Por el contrario, obviando el tema del peso del aire, Pascal se dedicó a la demostración de la existencia del vacío, haciendo uso también de ocho de los experimentos realizados con recipientes de diversos tamaños y formas (4) conteniendo diferentes líquidos, como mercurio agua, vino aceite, aire, etc. (5)

El ambiente que rodeó la publicación de los Nuevos experimentos respecto al vacío (1647) fue de mucha tensión pues un capuchino milanés residente en Varsovia, el Padre Valeriano Magni, estaba publicando un texto en el que se probaba la existencia del vacío con el experimento del mercurio y se reclamaba la prioridad intelectual del hallazgo. Roverbal (6) envió a Desnoyers, portavoz epistolar de Magni, una carta airada en la que se le acusaba de haber plagiado a Torricelli, pero Magni continuó insistiendo en la independencia de su descubrimiento (7).

Si bien Magni parecía haber estado trabajando en ese asunto a partir de la lectura de los Discorsi de Galileo, probablemente habló con Mersenne, en una entrevista que tuvieron entre enero y setiembre de 1645 en Roma, fecha en que, por el interés que había suscitado en ambos, debieron de tratarse tanto el tema del vacío como el resultado de la experiencia de Torricelli. (8)

El mismo Pascal llegó a afirmar, en una carta a De Ribeyre del 16 de julio de 1651, que fue a él a quien plagió Magni. En todo caso, con plagio o sin él, la situación respecto al descubrimiento de la existencia del vacío en el momento de publicarse el trabajo de Pascal era bastante conflictiva.

También se discutió mucho si los experimentos relatados ahí por Pascal fueron o no

realizados debido a que tubos de vidrio de cuarenta pies son difícil ísimos de fabricar y habrían requerido de instalaciones complejas y costosas. Sin embargo, Pascal tenía recursos económicos y los vidrieros de Ruán eran los más hábiles de toda Francia, lo cual puede inclinarnos por la afirmativa. Por otro lado, es llamativo que no haya hecho los dibujos de esos instrumentos tan inusuales y espectaculares cuando sabemos, además, que Pascal recurrió al experimento imaginario en el Tratado del equilibrio de los líquidos (1653?) (9).

Por otra parte, resulta extraño que Pascal no haya relatado los experimentos tal como debieron haber sido en caso de haberlos efectuado, es decir, con la aparición de un burbujeo en el líquido, asunto bastante molesto para los partidarios del vacío: "sus detractores podían con un viso de razón afirmar que el espacio por encima del agua no estaba vacío más que en apariencia y que realmente estaba lleno de aire y de vapor de agua" (10).

Quizá Pascal creyó que lo que ocurría era que los líquidos utilizados no eran los ideales porque contenían aire, pero que si se pudieran obtener líquidos que no lo contuvieran, entonces sería posible establecer con seguridad que lo que en el experimento resultaba ser un vacío aparente era efectivamente vacío. Las burbujas realmente aparecían como un serio problema para llegar a la afirmación de esa identidad entre vacío real y vacío aparente.

Sabemos que Pascal no afirma, en los Nuevos experimentos (1653?), la existencia del vacío o formalmente, pero parece muy claro que está convencido de ello y que por diversas razones metodológicas, incluida la aparición del burbujeo, no está en capacidad de afirmarlo.

Las disputas con aristotélicos y cartesianos no se hicieron esperar; la correspondencia entre el célebre Padre Noël (11) y Pascal es un exquisito ejemplo de ellas, al tiempo que nos revela desde entonces la gran agudeza y brillantez literaria que más tarde aflorarán en las famosas Cartas Provinciales.

Esta polémica con el Padre Noël condujo a Pascal a ver la necesidad de diseñar un experimento que refutara definitivamente las tesis de sus adversarios. El resultado de esta preocupación fue el experimento del Puy-de-Dôme (12), que se conoce bajo la forma de un intercambio de cartas con su cuñado Perier, en el que se establece por vez primera la correspondencia entre la altura alcanzada por el mercurio y el peso del aire ambiental. La formulación de esta relación nos hace ver que el resultado de la experiencia logró ir mucho más allá de la simple refutación del horror vacui (13).

Con los Nuevos experimentos respecto al vacío (1647), Pascal encuentra la mejor ocasión para arremeter contra la ciega sumisión a la autoridad de los antiguos, en gran medida representada por la escolástica como doctrina oficial de la Iglesia Católica. Pascal sabe que, en la lucha contra esa autoridad, los hechos y la experiencia son las mejores armas contra el dogmatismo.

Los Nuevos experimentos respecto al vacío (1647), al igual que la correspondencia posterior con el Padre Noël, son obras de relevante valor por sus propuestas metodológicas y experimentales, y por su enfrentamiento directo con las tesis plenistas que eran plato fuerte de escolásticos y cartesianos.

No obstante, en el tiempo en que Pascal escribe los Nuevos experimentos, se encuentra

con la enorme dificultad de no tener ni siquiera un experimento que niegue de manera categórica que la naturaleza aborrece el vacío ni, mucho menos, que muestre la función del peso del aire ambiental en la explicación de los fenómenos.

Con este obstáculo fundamental Pascal nos refiere ocho experimentos cuyos resultados arrojan los siguientes datos. En primer lugar, encuentra que, efectivamente, parece haber en los cuerpos una repugnancia de separarse y de provocar un vacío aparente: "que todos los cuerpos sienten repugnancia a separarse uno de otro y a admitir ese vacío aparente en su intervalo; es decir, que la naturaleza odia ese vacío aparente" (14). En segundo lugar, observa que esta repugnancia tiene un límite preciso después del cual se da la separación de los cuerpos, es decir, que superado el límite se produce un vacío aparente: "que la fuerza de ese horror es limitada y semejante a aquella con la que el agua de una determinada altura, que es de unos treinta y un pies tiende a descender" (15).

La única conclusión que Pascal está en capacidad de extraer de estos datos es que se ha provocado un vacío aparente, que no está lleno de ninguna materia conocida o perceptible y que, además, esto constituye un hecho no sujeto a discusión: "que el espacio vacío en apariencia no está lleno de ninguna de las materias que son conocidas en la naturaleza y que son percibidas por los sentidos" (16).

De modo que, en ausencia de una prueba positiva de la existencia de una materia que llene ese vacío en apariencia, Pascal expresa su opinión en el sentido de que ese espacio está aparentemente vacío. Su opinión aparece claramente en su resumen final, donde se transcriben las reglas iniciales, pero eliminando de ellas la palabra "aparente" cada vez que aparece aliado de "vacío".

En la primera parte del resumen, donde hace una introducción a las reglas nos dice:

Después de haber demostrado que ninguna de las materias que perciben nuestros sentidos y de las que tenemos conocimiento llenan ese espacio vacío en apariencia, mi opinión será, hasta que me hayan demostrado la existencia de alguna materia que lo llene, que está verdaderamente vacío y carente de toda materia.

Por eso diré del vacío verdadero lo que he demostrado del vacío aparente, y tendré por verdaderas las reglas sentadas anteriormente y enunciadas sobre el vacío absoluto, como lo han sido del vacío aparente (17).

Con esta distinción vemos que el vacío aparente se afirma como un hecho de experiencia, mientras que el vacío absoluto no es sino una hipótesis verosímil hasta que no se haya demostrado, por experimentos innegables, que efectivamente hay una materia que llena el espacio. Por lo pronto, tiene más fundamento afirmar que no existe nada en un sitio donde no se observa cosa alguna.

Esta es la clase de documentos que llega a las manos del Padre Noël quien, mezclando los argumentos antiguos con los cartesianos -como bien lo señala Koyré (18)-, se apresura a plantear una a una las objeciones que el mismo Pascal ya ha previsto para sí

de parte de sus adversarios. Pascal las responde sistemáticamente, sacando al tiempo conclusiones que, por el contenido y por la forma, no son nada gratificantes para el jesuita.

El problema de la inexistencia del vacío era, por entonces, bastante espinoso. Aristóteles había negado el vacío como algo lógicamente imposible pues, siendo la velocidad de un cuerpo inversamente proporcional a la resistencia del medio, al dirigirse un cuerpo en movimiento rectilíneo a su lugar natural, la ausencia de resistencia -el vacío provocaría una velocidad infinita o, lo que es lo mismo, un movimiento instantáneo. Esto es absurdo puesto que un cuerpo no puede estar en dos sitios a la vez.

Además, los cuerpos en el vacío -donde no pueden existir lugares naturales- no tendrían ninguna razón para moverse en una dirección más que en otra, ni para moverse en absoluto. El cambio de lugar en el vacío equivaldría a un movimiento sin motor, lo cual es imposible. Y en el caso de los proyectiles, éstos, una vez lanzados, no encontrarían en el vacío nada que los hiciera detenerse. Definitivamente, el concepto del vacío se opone a la idea de orden cósmica propuesta por Aristóteles (19).

Por otra parte, en la base de la argumentación del Padre Noël se encuentra la teoría cartesiana de la materia que, al ser identificada con la extensión, requería que todo espacio estuviera lleno necesariamente de alguna materia. De acuerdo con tal concepción, el vacío -entendido como espacio no lleno- era a todas luces imposible. Nos dice el P. Noël:

(. . .) esa suposición de que un espacio está vacío, tomando el vacío como una privación de todo cuerpo, no sólo repugna al sentido común sino que también se contradice manifiestamente: dice que ese espacio es vacío y que no lo es. Se presupone que es espacio, por lo tanto es espacio, no ese vacío que es privación de todo cuerpo, puesto que todo espacio es necesariamente cuerpo. (20)

Noël piensa que hay contradicción al hablar de "espacio vacío", puesto que asume la definición cartesiana en la que se identifica el cuerpo y la extensión. Partiendo de esta definición, el Padre Noël suponía que el espacio aparente al que se refería Pascal no podía ser sino cuerpo, considerando además que se le podían atribuir aquellas cualidades propias de los cuerpos, como transmitir la luz con reflexiones y refracciones, retrasar el movimiento de los cuerpos que lo atraviesan o, lo que es lo mismo, imposibilitar el movimiento instantáneo.

Pascal propone entonces un principio metodológico fundamental, una regla universal, como él la llama, según la cual no se debe hacer ningún juicio concluyente, afirmativo o negativo, de ninguna proposición, si no se satisfacen dos condiciones:

1. Que los principios o axiomas en los que se basan los juicios aparezcan clara y distintamente a los sentidos (21) o a la razón según corresponda: Un ejemplo de ello: si a cosas iguales añadimos cosas iguales los todos serán iguales.

2. Que los juicios o teoremas se deduzcan como consecuencias infalibles a partir de aquellos principios o axiomas, de cuya certeza depende toda la de las consecuencias que han sido debidamente deducidas. Por ejemplo "los tres ángulos de un triángulo son iguales a dos ángulos rectos", expresión que, no siendo evidente por sí misma, descansa.

sobre los axiomas correspondientes del triángulo.

Pascal considera que las opiniones de Noël, no sólo no satisfacen la exigencia de estas reglas, sino que incluso no la pueden satisfacer. Esto se debe a que, tanto las tesis de Noël como aquellas tesis plenistas de herencia peripatética, se basan en criterios eminentemente apriorísticos que, para determinar su verdad, requieren de la prueba experimental y no de la simple deducción correcta a partir de axiomas. Pascal plantea, como punto fundamental contra el apriorismo, el papel decisivo de la corroboración experimental de las hipótesis en materia de física. En otras palabras, Pascal desenmascara la pretensión del P. Noël de resolver los asuntos de la física en los términos del axiomatismo matemático: la física requiere de la corroboración experimental y no sólo del razonamiento.

El apriorismo de Noël se manifiesta en la asimilación del espacio "aparentemente vacío" al "cuerpo", a partir de dos cosas que toma por principios:

1. Que a través de ese espacio aparentemente vacío se transmite la luz con reflexiones y refracciones y

2. que este espacio retarda el movimiento de cualquier cuerpo.

Ahora bien, ninguno de estos "principios" o "axiomas" llena los requisitos de la regla universal propuesta por Pascal pues -además de que muchas observaciones habían conducido a la conclusión de que el rayo de luz y el espacio que atraviesa no' causan mayor refracción que la de por sí provocada por el cristal o que, en caso de que se produjera cierta refracción adicional, ésta resulta imperceptible-, la definición de espacio vacío, de luz y de movimiento no resultan evidentes de suyo, es decir, no aparecen clara y distintamente de por sí a la razón.

Por el contrario, debido a que ignoramos cuál es la naturaleza de la luz, no podemos concluir con ninguna certeza que dicha naturaleza sea tal que no pueda subsistir en el vacío.

Es por lo que, dentro del poco conocimiento que tenemos de la naturaleza de las cosas, si por una libertad semejante concibo un pensamiento que doy como principio, puedo decir con la misma razón: la luz se sostiene en el vacío y el movimiento se produce en el tiempo: ahora bien, la luz penetra el espacio vacío en apariencia y el movimiento se hace en él con tiempo: por lo tanto puede ser vacío en efecto (22).

Detrás de estas observaciones aparentemente no comprometidas podemos entrever que Pascal quiere distinguir el espacio del contenido material que pudiera eventualmente ocuparlo. Así el cuerpo es unión de materia y forma, mientras que el espacio es tridimensionalidad inmóvil capaz de contener al cuerpo. El espacio del que nos habla Pascal es independiente de su contenido material y cualitativamente idéntico en todas sus partes, lo cual representa una ruptura radical con el cosmos heterogéneo de la física

aristotélica y, por supuesto, con el cartesianismo.

De suerte que la diferencia esencial que se encuentra entre el espacio vacío y el cuerpo material que tiene longitud, anchura y profundidad es que uno es inmóvil y el otro móvil; y que uno puede recibir dentro de él un cuerpo que penetra sus dimensiones, mientras que el otro no lo puede recibir; porque la regla de que la penetración de las dimensiones es imposible se entiende solamente de las dimensiones de los cuerpos materiales (23).

De lo que podemos seguir que el espacio en sí está vacío y que no puede establecerse con necesidad una identidad entre éste y el cuerpo material. Pascal propone que el espacio aparentemente vacío de sus experimentos está vacío en realidad hasta que no se demuestre que lo llena alguna materia, puesto que está mejor fundado quien afirma que no hay nada en un sitio en el que no se ve nada.

La definición de Pascal establece que el espacio subsiste independientemente de cualquier contenido material, no así a la inversa, pues cada cuerpo necesita un espacio concreto en el cual ubicarse. Las partes del espacio vacías y las ocupadas por materia se diferencian entre sí por estar situadas las primeras fuera de las segundas. El cambio se da solamente en la medida en que varíe la configuración de los cuerpos materiales en el espacio, pero el espacio en sí sigue siendo siempre idéntico.

(. . .) el espacio en general abarca todos los cuerpos de la naturaleza, de los que cada uno. En particular ocupa una parte determinada; pero aunque todos sean móviles, el espacio que llenan no lo es, porque cuando un cuerpo es movido de un sitio a otro no hace más que cambiar de sitio sin llevar consigo el que ocupaba en el momento de su reposo, (. . .) pero esté vacío o lleno, siempre en igual reposo, este vasto espacio cuya amplitud lo abarca todo es tan estable e inmóvil en cada una de sus partes como en su totalidad (24).

Un espacio con estas características no enfrenta ya al problema del infinito que tanta huella dejará en el pensamiento pascaliano. Sin duda no puede plantearse finito pues cualquier límite de espacio tendría que estar determinado por una barrera material, la cual, por estar necesariamente ubicada en el espacio, no puede al mismo tiempo ser su límite.

El problema del infinito va a surgir nuevamente en su ensayo metodológico sobre la geometría y en las conclusiones ético-antropológicas de los Pensamientos.

Hay que considerar también que la destrucción del espacio finito de Aristóteles conducía a la destrucción de su física dual, y que el retorno a la antigua idea atomista del espacio infinito exigía el planteamiento de un espacio homogéneo que daba al traste con la doctrina de los lugares naturales.

En todo caso, lo que ahora nos interesa recalcar aquí, es que toda definición en física no tiene garantía de verdad por el hecho de basarse en buenos razonamientos. La física

exige la prueba de la experiencia para el establecimiento de su verdad, por ello es que Pascal no se atreve a defender con vehemencia las consecuencias de su definición de espacio, que la luz se mantenga en el vacío, o que dentro de éste el movimiento tenga lugar con tiempo, etc. Por el contrario, reconoce que su definición de espacio podría ser tildada de "idea caprichosa" al no ser evidente de por sí -tal y como exigía la regla universal- y al no poder, precisamente por ello, considerarse principio o axioma del que se dedujera ningún resultado concluyente.

Si queremos profundizar en el comportamiento cauteloso de Pascal quizá podríamos encontrar que no se trata de una simple cuestión de prudencia sino de una auténtica preocupación en lo que se refiere a cuestiones metodológicas: no estar aún en posesión de un experimento contundente para la refutación de las tesis plenistas. La búsqueda colmará sus expectativas al obtener los resultados del experimento del Puy-de-Dome, en setiembre de 1648.

Pareciera desprenderse de lo dicho, que Pascal cree en la posibilidad de llegar a probar verdades de la física. Debemos detenernos un poco más en este punto ya que Pascal manifiesta, en el curso de la correspondencia a propósito del vacío, que en el terreno de la física no se puede alcanzar certeza absoluta, como sí en las pruebas matemáticas. En la física todo se mantiene en el campo de lo probable que apenas puede lograr una certeza negativa, es decir, una certeza de lo que no es. Su propuesta metodológica fundamental es bastante llamativa y en ella se expresa que el criterio de verdad o certeza que debe privar en materias de física no es sino el que resulta de la resistencia de un enunciado a ser mostrado como falso. Así pues, lo provisional y lo probable son las únicas cosas que pueden ser sostenidas sin pecar de dogmatismo o falta de rigor.

(. . .) todas las veces que, para encontrar la causa de varios fenómenos conocidos, se establece una hipótesis, ésta puede ser de tres clases. Porque algunas veces deducimos un absurdo manifiesto de su negación y entonces la hipótesis es verdadera e indiscutible; o bien deducimos un absurdo manifiesto de su afirmación, y entonces la hipótesis es tenida por falsa; y cuando no se ha podido deducir un absurdo ni de su negación ni de su afirmación, la hipótesis es dudosa; de suerte que para hacer que una hipótesis sea evidente no basta que todos los fenómenos se deduzcan de ella, mientras que si se deduce una sólo cosa contraria a uno de los fenómenos, ello basta para asegurar su falsedad (25).

Se da, pues, valor epistemológico a la "negatividad", señalando de manera tajante a Noël cómo ninguno de sus argumentos a favor del pleno pueden ser tomados como ciertos hasta tanto no se demuestre que de la negación de los principios sobre los que descansa su argumentación pueda seguirse una contradicción manifiesta.

Es interesante también ver como Pascal, en estas mismas cartas, se muestra consciente de la imposibilidad práctica de diseñar auténticos experimentos cruciales debido a que nunca puede tenerse- la garantía de que no vaya a aparecer un fenómeno que eche por tierra la hipótesis paradigmática. El experimento crucial, en virtud de ese principio que he llamado de "negatividad", nos faculta únicamente para desechar hipótesis pero no para afirmar la verdad definitiva de ninguna. Una hipótesis corroborada por los

experimentos, "manteniéndose siempre dentro de los límites de la verosimilitud, no llegaría jamás a los de la demostración" (26).

Esa actitud suya, de asumir un método hipotético deductivo, en el que la experiencia juega un papel puramente negativo para descartar hipótesis falsas, va a constituirse en notorio contraste con el enorme peso que concede, en obras posteriores, a sus experimentos. Estando en posesión de buenas corroboraciones experimentales, Pascal pierde toda la prudencia anterior para afirmar sus hipótesis sobre la fuerza de la presión atmosférica. Si nos remitimos a la descripción del gran experimento del Puy-de-Dome (1648) (27), nos damos cuenta de que ahí Paisee I parece hallarse seguro de estar en posesión de la verdad, olvidando del todo la moderación propuesta en la correspondencia que ahora nos ocupa.

Tal falta de moderación aparece también en la conclusión del Tratado del peso de la masa del aire:

Que todos los discípulos de Aristóteles se armen de cuanto hay de valioso en las obras de su maestro y de sus comentaristas y expliquen, si es que pueden, todas estas cosas por medio del horror al vacío; si no, que reconozcan que los experimentos son los verdaderos maestros a los que hay que seguir en física; que el practicado en las montañas ha puesto

fin a la creencia universal en el horror de la naturaleza al vacío, abriendo el camino a la idea -ya incuestionable- de que la naturaleza no experimenta horror alguno al vacío, que no hace nada por evitarlo y que el peso de la masa del aire es la verdadera causa de todos los efectos que hasta ahora venían atribuyéndose a esta causa imaginaria (28).

De cualquier modo, la exigencia pascaliana es la corroboración experimental de las hipótesis en física y no la suposición arbitraria de la que pueda seguirse cualquier consecuencia requerida de antemano. Es así que, armados de arbitrariedad, "no sería difícil resolver las mayores dificultades. y el flujo del mar y la atracción del imán serían fáciles de comprender si se permite hacer materias y cualidades expresas" (29). Este es el argumento que se coloca directamente en contra de los aristotélicos, cuyas tesis también parece defender Noël.

Con respecto a las influencias que alimentan las ideas del P. Noël es llamativo ver cómo se mezclan en ellas tanto posiciones cartesianas como aristotélicas. Así, Noël supone que la sola definición que identifica cuerpo y extensión es suficiente para darle el rango de demostración incuestionable, y, a partir de ella, se ocupa de distinguir qué clase de cuerpo es. Así supone que el cuerpo que ocupa ese "vacío aparente" es una mezcla de los cuatro elementos que componen la naturaleza, que una materia muy sutil puede separarse de la mezcla y penetrar por los poros del cristal y que cuando está separado tiene la tendencia a regresar a su condición original, a la que es atraído constantemente.

Pascal responde con vigor:

Pero, Padre mío, creo que dais esto como un pensamiento y no como una

demostración; y por mucho que me cueste adoptar la idea que tengo de ello con el final de vuestra carta, creo que, si quisiérais dar pruebas, no estarían tan poco fundadas, (. . .) me costaría trabajo creer que para aportar una solución tan deseada a una tan grande y justa duda, vos no diérais otra cosa que una materia de la cual suponéis no solamente las cualidades, sino también la propia existencia; de suerte que aquel que presuponga lo contrario sacará una consecuencia contraria por el mismo razonamiento. Porque todas las cosas de esta naturaleza, cuya existencia no se manifiesta a ninguno de los sentidos, son tan difíciles de creer como fáciles de inventar (30).

Es el recurso a la experiencia lo que exige Pascal; los datos que obtenemos de ella son indubitables cuestiones de hecho al punto de que, cuando Pasea I analiza la causa del error, no lo entiende como provocado por la incidencia del carácter engañoso de los sentidos en el proceso cognoscitivo (aunque eso sea mitigado por el papel de un Dios que proyecta su imagen con entera certidumbre, a la manera de Descartes) sino como una deformación propia del sujeto que conoce debido a la acción de las distorsiones imaginarias que son propias de la conciencia (31).

Muchas personas, e incluso las más sabias de estos tiempos, me han objetado esta misma materia antes que vos (pero como un simple pensamiento y no como una verdad indiscutible), y por eso la he mencionado en mis proposiciones. Otros, para llenar de alguna materia el espacio vacío, han imaginado una con la que .han llenado todo el universo, porque la imaginación tiene eso de particular, que produce con los mismos pequeños esfuerzos y tiempo las cosas más grandes y las más pequeñas; algunos la han hecho de la misma sustancia que el cielo y los elementos; y los otros de una sustancia diferente, según su fantasía, porque disponían de esa materia como si fuese su propia obra (32).

Todo este procedimiento es causa del error, y Pasea I recuerda a estos dogmáticos que sólo es posible hacer afirmaciones en sentido negativo, esto es, afirmar lo que no es, pues no es válido afirmar la existencia de una materia que en principio habría que demostrar.

Y es que, en realidad, con respecto a una materia sutilísima que no tiene ninguna cualidad sensible hay más motivos para afirmar que no es, que para afirmar su existencia, pues no hay ningún indicio que nos permita probarla. Pascal considera que la razón no puede sino abstenerse de afirmar tanto la materia sutil que penetra los poros del cristal como el mismo vacío pues, sin duda, sería una decisión injusta y arbitraria de la razón. Aquí hablamos nuevamente de la modestia epistemológica que más tarde no tardará en atropellar a puros golpes de experiencia.

NOTAS

1. Religioso y pensador francés (1588-1684), quien -mediante la comunicación personal y el intercambio epistolar- mantuvo vivo el círculo de eminentes filósofos y científicos que constituyó el antecedente de la Academia de Ciencias de París.

2. B. Pascal: Nuevos experimentos respecto al vacío, en Olras, Alfagüara, Madrid, 1981, p. 730-731.

3. Se supone que fue escrito en esa fecha.

4. Utilizó jeringas, un fuelle, un tubo de cristal de cuarenta y seis pies, un sifón escaleno cuya pata más larga tiene cincuenta pies y la más corta cuarenta y cinco, un tubo de quince pies, y un sifón con una pata de diez pies y la otra de nueve y medio. Cfr. B. Pascal: Nuevos experimentos respecto al vacío, en Obras, ed. cit. p. 733-736.

5. Citemos al menos uno de estos experimentos: "7. Si llenamos de mercurio un sifón cuya pata más larga mide diez pies y la otra nueve y medio e introducimos las dos aberturas en dos recipientes con mercurio, sumergiéndola aproximadamente un pie cada una, de suerte que la superficie de mercurio de uno de ellos está más alta de medio pie que la superficie de mercurio del otro; cuando el sifón se halla perpendicular, la pata más larga no atrae el mercurio de la más corta, pero el mercurio, separándose por arriba, desciende en cada una de las patas y rebosa en los recipientes, cayendo hasta la altura ordinaria de dos pies y tres pulgadas desde la superficie del mercurio de cada recipiente. Y si inclinamos el sifón, el mercurio de los recipientes asciende por las patas, las llena y empieza a pasar de la más corta a la más larga, y de esta suerte vacía su recipiente; porque esta inclinación en los tubos en donde se encuentra ese vacío aparente, cuando están sumergidos en algún líquido, atrae siempre los líquidos de los recipientes sí las aberturas de los tubos no están tapadas, o atrae el dedo si éste tapa las aberturas." Op. cit., p. 736.

6. Matemático francés (1602-1675), amigo de Pascal, especialmente conocido por haber sido el inventor de un sistema de balanzas sido antaño maestro de Descartes y que conservaba con éste una probada amistad. En todo caso, Pascal se encarga, en sus respuestas, de rebatir tanto a escolásticos como a cartesianos representados en la figura del P. Noël. Cfr. A. Elena: Prólogo a: B. Pascal: Tratados de pneumática, Alianza, Madrid, 1980, p.18.

Además, si tomamos en cuenta que Pascal y Descartes tuvieron una entrevista el 23 de setiembre de 1647, en la que probablemente el problema del vacío ocupó buena parte de sus discusiones, podemos entonces suponer que, a finales de ese mismo año, Pascal estaba ansioso por entrar a debatir públicamente sus posiciones contra las de Descartes y sus posibles defensores, y que la oportunidad ofrecida por Noël quedaba a pedir de boca.

Física, Libro IV, Capítulo VIII, 214b

7. Cfr. A. Elena: Prólogo a: B. Pascal: Tratados de pneumática, Madrid: Alianza Editorial, 1984, p. 16.

Aristóteles: 216b.

E. Noël: Primera carta del Padre Noël a Pascal. en Obras, ed. cit., p. 743.

8. Cfr. Ibidem.

9. "Se trata del (experimento) recogido en el Tratado del equilibrio de los líquidos, donde ya mostramos que si un hombre aplica en su muslo un tubo de cristal de 20 pies de longitud y en tal estado se sumerge en una tina llena de agua de forma que el extremo

superior de dicho tubo se asome fuera de ésta, su carne se hincha en el lugar donde acaba el tubo, como si fuera aspirada por algo.': B. Pascal: *Tratados de pneumática*, ed. cit., p. 155-156.

10. A. Koyre: *Estudios de historia del pensamiento científico*, México: Siglo XXI Editores, sexta edición, 1984, p. 371.

11. Jesuita rector de College de Clermont parisiense.

12. Experimento realizado el 19 de setiembre de 1648.

13. Todas estas experiencias fueron sistematizadas en dos pequeños tratados publicados póstumamente en edición conjunta: los *Tratados del equilibrio de los líquidos y del peso de la masa del aire* (1653?), en los cuales se hacen depender todos los fenómenos estudiados de una sola causa. Aparece también en estas obras el invento de la prensa hidráulica, lo que las vuelve aún más dignas de atención. Su originalidad y sistematicidad las colocan en un sitio de privilegio en la historia de la ciencia.

14. B. Pascal: *Nuevos experimentos respecto al vacío*, en *Obras*, ed. cit., p. 736.

15. *Op. cit.*, p. 737.

16. *Op. cit.*, p. 738.

17. *Ibidem*.

18. Cfr. A. Koyre: *Estudios de historia del pensamiento científico*, ed. cit., p. 373. No es de extrañar la presencia de ambas posturas entremezcladas en las objeciones del jesuita; máxime si consideramos que había

21. Es curioso que diga que los axiomas aparecen clara y distintamente, no sólo a la razón, sino también a los sentidos. Suponemos que lo dice, debido a que, siendo para Pascal la geometría el método perfecto, esta disciplina hace indispensable el ejercicio de la imaginación visual, esto es, de los sentidos. La superioridad del método geométrico, por el que aboga Pascal, entra en contraste con el poco valor que le concede la tradición agustiniana, con la que más adelante establecerá un contacto más profundo. San Agustín recomendaba "negarle confianza a las imágenes sensibles, ya sea en la actividad cognoscitiva común o en el conocimiento geométrico". También es en la geometría de Port-Royal, de 1667, donde "se niega cualquier valor al aporte de la imaginación y de los sentidos y donde incluso se juzga la geometría euclidiana como defectuosa, por cuanto deja excesivo espacio a la imaginación". A. Bernardini: *Antonio Arnauld*, EUNED, San José, 1984, p. 40.

22. B. Pascal: *Respuesta de Pascal al muy Reverendo Padre Noël*, en *Obras*, ed. cit., p. 746.

23. *Op. cit.*, p. 750.

24. B. Pascal: *Carta de Pascal a Monsieur Le Pailleur referente al Padre Noël*, en *Obras*,

ed. cit., p. 768.

25. B. Pascal: Respuesta de Pasaal al muy Reverendo Padre Noël, en Obras, ed. cit., p. 750.

26. Op. cit., p. 749.

27. Cfr. B. Pascal: Relación del gran experimento del equilibrio de los líquidos proyectados por el señor

B. P. para la terminación del tratado que ha prometido en su resumen sobre el vacío y hecho por el señor F. P. en una de las más altas montañas de Auvèrnia, en Obras, ed. cit., p. 776-787.

28. B. Pascal: Tratado del peso de la masa del aire, en Tratados de pneumática, Madrid: Alianza, 1980, p. 191.

29. B. Pascal; Respuesta de Pasaal al muy Reverendo Padre Noël, en Obras, ed. cit., p. 747.

30. Ibidem.

31. Este tema es ampliamente desarrollado por Pascal en obras posteriores: los Pensamientos y la Oécimoctava carta provincial.

32. B. Pascal: Respuesta de Bias Pascal al muy Reverendo Padre Noël, en Obras, ed. cit., p. 747.