

ALGUNAS REFLEXIONES SOBRE LA INVESTIGACION CIENTIFICA¹

Por

Antonio García Verduch*

García V., A.: Algunas reflexiones sobre la investigación científica. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 22(83): 305-311, 1998. ISSN: 0370-3908.

Decía Paniker (1942) que “investigar es seguir los vestigios que algo existente y real ha dejado a su paso. La investigación es la búsqueda de lo que es, de la esencia de las cosas, a partir de sus huellas y de sus rastros”.

Delante de la investigación siempre hay un interrogante que espera ser contestado, un vacío que espera ser llenado, unos hechos que esperan ser descritos, analizados y valorados, y unas relaciones que esperan ser, primero, descubiertas y, después, confirmadas.

Si investigar es inquirir en la esférica nebrura de lo desconocido con los faros de la inteligencia, es evidente que la investigación no puede estar monopolizada por ninguna ciencia. La curiosidad humana se desparrama y se expande en todas direcciones, y ello justifica, con toda razón, que hayan investigadores laborando en todas las ramas del saber humano.

La motivación es única para todos los investigadores, pero no sus modos, ya que las necesidades de sus trabajos han obligado a desarrollar, en cada caso, técnicas, sistemas, procedimientos e instrumentos de investigación muy específicos. Es evidente que los geólogos, los mate-

máticos, los juristas, los químicos, los biólogos, los historiadores o los físicos necesitan utilizar modos distintos, y muy específicos para explorar lo desconocido.

Unos investigadores observan, analizan e interpretan el natural desfile de los hechos y de las cosas. Otras intervienen activamente provocando los hechos que quieren observar para, después, evaluar sus consecuencias. Y otros, en fin, prescindiendo de la observación sensible, construyen nuevas estructuras del pensamiento en el ámbito del puro raciocinio.

Estas son, en grandes líneas, las modalidades más importantes de la investigación.

En lo que sigue, se van a hacer algunas reflexiones relacionadas con el pensamiento y las inquietudes de los investigadores científicos.

El tiempo

La investigación no sincroniza con un mundo de urgencias. El oficio de la investigación requiere mirar con profundidad y sosegadamente. No importa el tiempo que se requiera para obtener una visión nítida y precisa de una determinada parcela del mundo exterior o interior. ¿Quién podría acordarse ahora del tiempo que se invirtió en realizar cualquiera de las grandes creaciones que enorgullecen a la Humanidad? Nadie les concedería un solo gramo más de mérito si en su ejecución se hubiese inver-

¹ Charla pronunciada en el Casino Antiguo de Castellón el día 15 de mayo de 1995.

* Profesor de Investigación. Instituto de Tecnología Cerámica Castellón.

tido menos tiempo. Lo que perdura es la obra y no las circunstancias de su ejecución.

Los grandes maestros de las ciencias o de las artes, han dejado a la posteridad el legado de sus obras universales, que deleitan a generaciones y generaciones, y que brillan con luz propia. Son obras refulgentes e intemporales.

Los maestros que crearon esas obras, y el tiempo en que vivieron, han ido esfumándose y desvaneciéndose en la bruma de la Historia, pero el paso del tiempo ha corroído mucho más a los autores que a sus obras. ¿No sentirán los autores celos de sus propias obras, al verlas siempre refulgentes y siempre admiradas, acaparando la atención de las gentes, sin obtener, a veces, ni un breve recuerdo para ellos?. ¡Qué ridículo parece ahora aquel mísero lapso de tiempo en que fueran creadas, y aquél cúmulo de circunstancias que rodearon su creación!.

El trabajo creador, que es el trabajo libre por excelencia, no se somete fácilmente a la esclavitud del tiempo. Sus enemigos naturales son el reloj y el calendario.

En un orden mucho más modesto, el investigador científico de nuestros días no tiene más remedio que aceptar una limitada infiltración de la prisa en el desarrollo de sus trabajos, porque vive inmerso en un mundo regido por los dogmas económicos y, además, necesita trabajar en equipo con otras personas y utilizar instrumentos e instalaciones muy costosas.

¿Qué influencia tiene, pues, esta intervención del factor tiempo en la calidad de la creación científica? La contestación es que la existencia de un ritmo de trabajo, si es moderado, es perfectamente compatible con la obtención de conclusiones rigurosas, porque el trabajo científico tiene un componente de inspiración y otro de transpiración, un componente de imaginación y otro de trabajo experimental sistemático y metódico, y de ambos, el trabajo experimental puede someterse a la disciplina de la programación, y la inspiración queda libre para volar y para impregnar todas las horas.

El orden

La investigación exige e impone orden. En la Creación existe un orden, un orden riguroso, y no es posible acceder a su estudio con una mente enfebrecida por el desorden. Hay que tener la mente preparada para captar el orden. Hay que analizar la Creación reticulada con una mente, también reticulada.

El enfrentamiento del pequeño orden que cabe en la cabeza humana, con el gran orden que cabe en la Creación, hace saltar las chispas de la humildad y de la sociabilidad, la humildad como un espontáneo reflejo de la realidad personal, y la sociabilidad, como un anhelo de sumar la capacidad y la clarividencia de otras personas para, así, con el esfuerzo común, desvelar el misterio de alguna minúscula cuadrícula de la Creación.

La cimentación

El investigador siempre busca roca firme sobre la cual cimentar sus construcciones intelectuales. El trabajo científico es sobrio y macizo.

En sus construcciones, el investigador pone todo lo necesario, pero nada más que lo necesario. La belleza de sus construcciones no está en la exuberancia de lo superfluo, sino en la rigurosa medida de lo necesario y en el calculado equilibrio de su estructura.

El investigador no puede apoyar sus obras sobre bases esponjosas, ni adornarlas con frívolas ingeniosidades. Para el científico, la imaginación es buena, solamente, mientras está acompañada por la razón, pero es indeseable cuando se despega de la razón y levanta el vuelo para perseguir una quimera.

El aislamiento

El investigador no es popular porque el trabajo científico es sobrio, callado, y críptico para las gentes. Ese trabajo se realiza en la quietud y en la soledad de los laboratorios y de las bibliotecas.

El fruto de su laboriosidad durante meses o años se traduce en comunicaciones que presenta a congresos de especialistas, o en artículos que publica en revistas profesionales, que no llegan al gran público.

Cuando muchos investigadores, de muchos países, y durante muchos años, coinciden en laborar en unas determinadas áreas, surgen desarrollos tecnológicos que se materializan en productos o sistemas que el gran público disfruta y admira. La admiración se dirige, no a un investigador en particular, sino al esfuerzo colectivo y anónimo de muchos investigadores.

En siglos pretéritos, es seguro que las gentes admirarían a los cantores de romances, a los saltimbanquis, a los titiriteros y a los grupos de cómicos que iban, de plaza en plaza, recitando sus gracias y haciendo sus volatines. Y también es seguro que desconocerían por comple-

to a los obreros, a los artesanos y a los artistas que, enfundados en sus ropas de trabajo, estaban construyendo una catedral. ¿Quién conocerá ahora a los pobres infelices que, hace siglos, pasaron largos años de sus vidas, subidos en los andamios, tallando los valiosísimos relieves que hoy nos maravillan?

En todas las épocas de la Historia han habido volatineros, saltimbanquis y titiriteros exhibiéndose de plaza en plaza, y maestros tallistas, con la cara empolvada, trabajando afanosamente lejos de la mirada de las gentes. Y nuestra época no es una excepción, aunque hoy las profesiones vanas no sean precisamente las de cómicos callejeros, ni las que sirven de fulcro para el avance de la civilización, sean las de tallistas de catedrales. Hoy son otras las profesiones vanas, que se exhiben, y las profesiones concienzudas que se ocultan.

La investigación no es una profesión que abre las puertas a la notoriedad. Por el contrario, es una profesión silenciosa, en la cual se aspira únicamente a alcanzar una notoriedad restringida a los ámbitos profesionales, que es donde se calibran sus verdaderos méritos.

Exhibirse por la vida, ante el gran público, agitando cascabeles para atraer la atención, resulta ridículo en cualquier profesión, pero en la de investigador sería mucho más grave, porque delataría una vaciedad interior que es incompatible con el ánimo sereno y equilibrado que se requiere para bucear en lo desconocido.

El lenguaje

El lenguaje científico es claro, preciso y medido. La tarea científica consiste en cribar, discernir, comparar, separar, delimitar y definir, y para realizar con pulcritud todas estas acciones, es rigurosamente necesario utilizar un lenguaje preciso y transparente, que no difumine, empaste o deforme las conceptos.

En otras actividades humanas se puede tolerar un lenguaje menos ceñido a los conceptos y más holgado en la expresión, si así aumenta su galanura. En el lenguaje científico se exige el máximo rigor descriptivo, aunque con ello se resienta la belleza de la expresión. Lo que, de verdad, importan son los conceptos bellos, fielmente delineados con el fino punzón de las palabras precisas.

Cuando se trata de conceptos recién nacidos, como ocurre con los frutos de la investigación, las ideas pueden estar aún ensombrecidas por la provisionalidad y la duda. En estos casos, se hace, incluso, más necesaria la utilización de un lenguaje preciso, que permita delimitar

claramente cuáles son los conceptos más afianzados y cuáles los más dudosos. La descripción de conceptos en proceso de fraguado es, sin duda, la que requiere mayor meticulosidad en la observación y mayor maestría en el uso del lenguaje.

Hasta ahora venimos hablando del lenguaje de la palabra, que es el lenguaje universal, pero no debemos olvidar que, en el campo específico de la ciencia, es el lenguaje matemático el que representa la quinta esencia de la expresión. En él se cambian las palabras por símbolos. Las palabras, por precisas que sean, siempre pueden experimentar una sutil deformación plástica para ensanchar el campo de su expresividad. En cambio, los símbolos matemáticos son indeformables e inequívocos.

Esta es la razón por la cual, la ciencia, siempre que puede, fluye por los cauces matemáticos, que son sus cauces naturales.

Después de esta breve digresión, y volviendo al mundo de la palabra, me gustaría recordar que ya en el año 1917, **Miral** se lamentaba de la deficiente cultura literaria e histórica de los científicos, y de la casi nula cultura científica de los literatos, y añadía que mientras unos se llevan al sepulcro su ciencia, por no saber escribir, otros se pasan la vida emborronando cuartillas sin tener nada que comunicar a sus lectores.

En la actualidad aún persiste esa situación, aunque, ciertamente, no con el grado de dramatismo que señalaba **Miral**.

En muchas publicaciones científicas de nuestros días se advierte con pena como ideas, que se adivinan brillantes, aparecen ensombrecidas o deformadas por una torpe expresión. La percepción de las verdaderas ideas que se han pretendido expresar, exige un esfuerzo de concentración y de imaginación, que no todos los lectores están dispuestos a hacer.

La contrapartida a esta situación se halla en no pocas publicaciones literarias actuales, más preocupadas por el brillo del verbo que por la riqueza del mensaje.

En unos casos se trata de estirar y abrillantar el lenguaje para que pueda contener la mayor cantidad de aire. De este modo se fabrican grandes pompas de jabón, brillantes, tornasoladas y orondas, que se balancean en el aire, y al final estallan y desaparecen sin dejar rastro. En estos casos no se puede imputar engaño, porque las burbujas son transparentes, y bien a las claras está que dentro de ellas no puede haber más que gas. Su efímera exis-

tencia ha pretendido solamente obsequiarnos con unos instantes de ilusión y de entretenido pasatiempo, y lo ha conseguido.

Existen, sin embargo, otros casos, en los cuales el lenguaje, aún siendo igualmente envoltorio de la nada, siente pudor de exhibir su carencia de mensaje.

Cuando ésto ocurre, el autor es víctima de dos sentimientos íntimos que están en conflicto. Por una parte, siente un irrefrenable impulso de hablar o escribir, sin tener nada que expresar, y por otra, siente un pudoroso recato de exhibir su propia vaciedad intelectual. En este caso, se recurre invariablemente a la opacidad y a la pesantez, como estrategias de ocultación.

En el primer caso, la imagen que mejor cuadraba era la de una pompa de jabón, transparente, oronda y brillante. Es este segundo caso, la imagen que mejor cuadra es la de un estuche de plomo, bien cerrado. El estuche está cerrado y es opaco y, por ello, aunque esté vacío, bien puede dar que pensar que contiene algo valioso. Además, el estuche es pesado y, por tanto, su elevado peso fácilmente inclina a sospechar que guarda un denso contenido.

El lenguaje transparente, como las burbujas, puede no decir nada, pero ni engaña ni aburre. Es un lenguaje que enriquece e ilusiona, aunque sea momentáneamente, con el brillo de su intranscendencia.

El lenguaje obscuro, enigmático y denso, simbolizando por el estuche de plomo, puede encerrar cualquier cosa, desde sublimes obras del pensamiento humano, a inescrutables mentecateces que no justificarían ni un solo minuto de atención.

Las grandes obras arquitectónicas del pensamiento humano exigen complejos andamiajes de expresión que, en algunos momentos, pueden resultar oscuros o pesados para el lector poco iniciado en la materia. Ahora bien, si la complejidad del pensamiento lo exige, el lenguaje puede hacerse también complejo, aunque nada justifica que sea obscuro.

Por lo general, cuando hay algo que decir, siempre puede decirse claramente con muy pocas palabras, y si se usa un lenguaje laberíntico y obscuro es porque no hay nada que decir, o porque lo que hay que decir no quiere decirse.

El lenguaje científico es, por naturaleza, conciso y preciso. Su mayor belleza es su transparencia para dejar de ver con claridad un pensamiento bien construido.

El lenguaje científico podría asemejarse a la fina y elástica malla que viste una bailarina, y que se adapta fielmente a su cuerpo.

Del mismo modo que las mallas no reclaman ningún protagonismo, y ceden toda la relevancia a los cuerpos que las usan, así, el lenguaje científico debe pasar desapercibido, como si no existiese, para que los conceptos descritos sean captados sin perturbación alguna, y con toda nitidez y fidelidad.

Muy distinto a las mallas es el significado de los ropajes ostentosos y floridos, los cuales, por la ampulosidad de sus formas y por la opacidad de sus tejidos, lo mismo pueden ocultar las delicadas formas de un bellísimo cuerpo joven, que la flaccidez de un cuerpo mustio y desvencijado, o incluso que las torpes y rígidas formas de un maniquí de plástico.

Las ciencias experimentales

La ciencia experimental pretende introducirse en la intimidad de la materia, para conocer y aclarar su estructura y las leyes que rigen sus fenómenos.

El científico debe apurar cuidadosamente todos los aspectos de la observación, y atenerse, en sus conclusiones, a la valoración de hechos que son evidentes. Debe mantener ágil el timón de la investigación para variar el rumbo de las interpretaciones de acuerdo con los sucesivos resultados que va proporcionando la experimentación.

El investigador ha de tener la humildad y la sinceridad necesarias para poder reconocer, en un momento dado, sus equivocaciones experimentales o interpretativas. Ha de poseer, también, la paciencia necesaria para reiterar una y mil veces sus ensayos en beneficio de la concordancia de resultados.

El investigador experimental no ha de considerar, como definitivos, los buenos resultados que obtenga. Debe sospechar siempre que, por encima de una buena solución, puede existir otra mejor. La primera solución, más intuitiva, puede ser superada por otra que sea más intelectual y menos intuitiva. Así, por ejemplo, si el hombre quiere avanzar más de prisa, lo intuitivo es inventar unas piernas grandes, como son los zancos. Ahora bien, además de esa solución, existe otra menos intuitiva, pero más eficaz, que son las ruedas. Puestos a inventar, no hay que quedarse en los zancos. Hay que hacer un invento que valga la pena, como son las ruedas.

Al iniciar los estudios experimentales de cualquier problema, la imaginación debe prestar alas al pensamiento, pero en el momento de concluir, y de interpretar los datos proporcionados por la experimentación, la imaginación debe dominarse y supeditarse estrictamente a los resultados materiales obtenidos.

En las ciencias experimentales hay que dudar hasta el momento mismo en que los hechos experimentales nos imponen una afirmación. A Luis Pasteur le gustaba meditar la célebre frase de Bossuet: "El mayor desarreglo del espíritu consiste en creer que las cosas son como uno quiere que sean".

Luis Pasteur decía: "Nosotros, los que nos dedicamos a la ciencia, dependemos de la experimentación, y ésta cambia y rectifica sin cesar nuestras ideas. A cada paso comprobamos que la Naturaleza, en la más sencilla de sus manifestaciones, es siempre diferente de lo que habíamos presentado. Los que no hacen sino conjeturar, sin experimentar ¿cómo llegan a saber, hallándose como se hallan, detrás del espeso velo que oculta el comienzo y el fin de todas las cosas?".

El investigador celoso y vigilante, que está siempre atento a las palpitaciones de los hechos, es siempre el primero en recibir los nuevos conocimientos.

Se dice que muchos descubrimientos han sido debidos a la casualidad, y ésto es, probablemente, cierto, pero no hay que olvidar que la casualidad no favorece a todos por igual, sino que lo hace, preferentemente, a los espíritus preparados y vigilantes que queman sus horas en atenta vigilia.

Los sueños y las realidades

El investigador científico busca la verdad y sueña con ella. Desea afanosamente descubrir nuevas verdades, rescatándolas de las profundas obscuridades de la creación. Esta es su ilusión preferida.

El investigador científico, eterno buscador de la verdad, sabe que hay ya mucha, muchísima, verdad descubierta, que es patrimonio de la Humanidad, y sabe también que ese valioso patrimonio de verdad debe ser puesto al servicio de las gentes.

De ese convencimiento surge el ejercicio de la investigación aplicada, de la investigación motivada por el deseo de hallar utilidad a los conocimientos, de la investigación dirigida a la resolución de problemas prácticos.

La investigación aplicada opera de modo muy distinto a la investigación científica pura. La primera tiene como objetivo primordial la búsqueda de la utilidad, y para lograrlo se apoya en la verdad descubierta, complementada, a veces, con nuevos conocimientos creados para ese fin. La investigación aplicada, por su vinculación a la utilidad, es limitada en sus objetivos y en el tiempo.

La segunda, es decir, la investigación científica pura, tiene como objetivo el descubrimiento de la verdad, por sí misma, sin preocuparse del valor práctico de los resultados. En esta investigación, los objetivos los dicta la propia razón, aunque los resortes prácticos de su realización están en manos de la entidad que la financia. Esta es la servidumbre que pesa sobre las investigaciones que requieren medios experimentales muy costosos.

Entre ambas modalidades de investigación existen distintos niveles o variedades, que se justifican por las inevitables inter-relaciones que existen entre la razón y la economía.

La discriminación y definición de los diversos tipos de investigación ha sido objeto de reiteradas, farragosas e inacabables polémicas, que al final se han extinguido en la más absoluta de las esterilidades. La postura más razonable es abstenerse de polemizar, porque lo importante es realizar la actividad científica, y lo muy secundario, catalogar esa actividad.

Para ilustrar lo difícil que es esa catalogación, y lo movedizas que son todas las fronteras propuestas, podíamos citar, como ejemplo, el caso de la ciencia pura. Evidentemente "puro" significa exento de cualquier componente indeseable y, como es natural, cada uno puede considerar indeseable algo distinto. **Staverman** decía, a este respecto, que en la Edad Media se consideraba "ciencia pura" a aquella que estaba exenta de herejía; durante los siglos XVIII y XIX, en algunos ambientes, se consideraba "ciencia pura" a la que estaba exenta de religión, y en la actualidad, a veces se inclina uno a pensar que la "ciencia pura" es aquella que está exenta de capitalismo.

Sea como sea, la actividad científica siempre satisfice a la razón y, antes o después, acaba dando satisfacción también a la economía y al bienestar de las gentes. La ciencia de hoy es la tecnología de mañana y el pan de pasado mañana. La ciencia, la tecnología y el bienestar están estrechamente vinculadas entre sí, y muy torpe será quien quiera hacer islas en ese eje, y levantar en ellas banderas de independencia.

Desde arriba, desde el mundo de la creación científica, se ofrecen multitud de soluciones, pero no se sabe para qué. Desde abajo, desde el mundo del consumo y del bienestar, se demandan muchas soluciones, pero no se sabe cuáles. Desde el centro, desde el mundo de la tecnología, se seleccionan, entre todas las soluciones que ofrece la ciencia, aquellas que demanda -sin saber cuáles- el mundo del consumo y del bienestar.

Por el camino de la Lógica se llega a la verdad y, desde ahí, caminando hacia abajo, se llega al bienestar, pero "el bienestar" no es exactamente lo mismo que "el bien". A éste no se llega por la vía de la Lógica, sino por la vía de la Ética. Por tanto, el que quiera disfrutar, tanto del bienestar como del bien, habrá de recorrer ambos caminos.

La Humanidad necesita ambas cosas a la vez. De la Lógica se deriva la verdad, y de ésta el poder. De la Ética se deriva el deber, que es el que dicta cómo hay que usar el poder.

El poder desbocado, loco e incontrolado, conduce al desastre. Cuánto más fuerte sea el poder, más enérgico ha de ser el deber que ha de controlarlo.

La ciencia da bienestar y poder, pero estos dones se vuelven lanzas cuando su uso no está inspirado en bases éticas.

Los temores que abrumaban al hombre antiguo, nacidos de su ignorancia, han sido sustituidos ahora por otros temores, más angustiosos aún, nacidos de su conocimiento. Antiguamente, el hombre sentía horror de lo desconocido, que era mucho. Imaginaba monstruos y horribles peligros en las aguas, en las selvas, en las montañas, en la lejanía, porque no las conocía. Ahora, que el hombre ha disipado ya esos temores con la luz del conocimiento, paradójicamente, su propio conocimiento le trae otros inmensos temores, como agujeros en la capa de ozono, cambio climático, desertificación, proliferación de armamentos, desbordamiento de las ciencias de la vida, etc.

Cuando se produce un desequilibrio de esta naturaleza, es porque no ha habido un desarrollo paralelo de los valores éticos, llamados a controlar el uso de los frutos de la ciencia.

La ciencia es una manifestación de la generosidad humana, y a esta generosidad ha de corresponder, nece-

sariamente, otra generosidad que refrene el uso abusivo de sus resultados. Y esta generosidad no puede estar dictada más que por la voz de la conciencia. Matar la conciencia es iniciar el horror de la espiral del poder, del poder desbocado.

No quisiera terminar estas palabras sin hacer tres breves reflexiones más.

1. La comunidad científica es la hermana mayor de la sociedad, porque:

- Vigila atentamente para descubrir los riesgos que acechan a la Humanidad y al planeta en que vive, y también para buscar remedios o paliativos. Es una centinela que vigila, mientras la sociedad trabaja o duerme.

Así ocurre, por ejemplo, en éstos y en otros campos:

- Contaminación aérea, acuática y terrestre.
- Efecto de radiaciones.
- Variaciones climáticas y sus causas.
- Cataclismos terrestres de origen endógeno.
- Alteraciones exógenas de la Tierra.
- Cataclismos atmosféricos.
- Riesgos vinculados a la actividad humana (construcción, transporte, industria, agricultura, pesca, etc.)
- Desequilibrios en la biosfera.
- También procura ampliar y mejorar las fuentes de la alimentación, y perfeccionar las operaciones de elaboración, conservación y distribución.
- Se ocupa afanosamente en la investigación biológica y médica, en todos sus campos, así como en el perfeccionamiento y multiplicación de los fármacos y de los medios instrumentales.
- Investiga la estructura de la materia y los procesos industriales para generar nuevos materiales y sistemas.
- Se ocupa de investigar nuevas fuentes de materias primas y de recursos energéticos, de optimizar sus calidades y su empleo, y también de asegurar su disponibilidad.

2. La ciencia es el penúltimo recurso de la Humanidad doliente, cuando sufre inesperados contratiempos, y cuando se enfrenta a peligros reales, pero de naturaleza desconocida, como son, por ejemplo, algunas graves enfermedades enigmáticas.

3. La ciencia fluye siempre por cauces neutros, y no es patrimonio de razas, creencias, clases a ideologías. Es un cauce de agua, silencioso, al que todos aportan, y del que todos beben.

Así veo yo la ciencia, y así me gustaría que la viesen Uds. también.

Bibliografía

Miral, D., 1917. "Bases para una pedagogía aragonesa". Anales de la Universidad de Zaragoza, Vol. 2, págs. 11-12.

Paniker, Raimundo, 1942. "Investigación.- En torno a un discurso". Revista de Filosofía. Instituto "Luis Vives. C.S.I.C.", pág. 390.