

J O A Q U Í N M O R T I Z

FEDERICO ARANA

*Método experimental
para principiantes*

M É X I C O



Primera edición, abril de 1975
Séptima edición, mayo de 1980
Cuarta reimpresión de la
séptima edición, septiembre de 1984
Sexta reimpresión de la
séptima edición, agosto de 1985
D.R. © 1975, Editorial Joaquín Mortiz, S.A.
Grupo Editorial Planeta
Tabasco 106, Col. Roma
Deleg. Cuauhtémoc
06700, México, D.F.
ISBN 968-27-0023-X

Para Maria-Enea

(SAN SEBASTIÁN, ZUMAYA, BERMEO, HENDAYA,
ECHEGARAY, TACUBAYA Y NUEVA YORK)

Primera edición, abril de 1975
Séptima edición, mayo de 1980
Cuarta reimpresión de la
séptima edición, septiembre de 1984
Sexta reimpresión de la
séptima edición, agosto de 1985
D.R. © 1975, Editorial Joaquín Mortiz, S.A.
Grupo Editorial Planeta
Tabasco 106, Col. Roma
Deleg. Cuauhtémoc
06700, México, D.F.
ISBN 968-27-0023-X

CAPÍTULO I

Ciencia, según el diccionario, es "el conocimiento cierto de las cosas por sus principios y causas". O bien, "el conjunto sistematizado de conocimientos que constituyen un ramo del saber humano". En verdad que estas definiciones nos pueden dar una idea más o menos aproximada de lo que es ciencia, pero no hay que olvidar, por un lado, que las definiciones pretenden fijar con precisión los límites de un concepto, cosa que rara vez consiguen; y, por el otro, que el concepto de ciencia ha sido y sigue siendo motivo de grandes polémicas.¹

Cualquier trabajo que implique cierta complejidad requiere de un método. Método es un modo ordenado de proceder para alcanzar un fin determinado. Si el lector recibe un látigo y una silla y se mete en una jaula con tigres y leones, lo más seguro es que se lo coman las fieras, ya que para ser domador es preciso conocer un método. De la misma forma, si se trata de realizar un trabajo científico hace falta tener un método: el método científico. Empero, estamos cayendo otra vez en terreno peligroso, porque si nuestro objetivo general es que el lector sea capaz de aplicar un método adecuado para el trabajo en Física, Química, Biología y Psicología, o sea las ciencias experimentales, hemos de procurar no invadir el terreno de ciencias que, como la Matemática y la Historia,² no son experimentales. De ahí que resulte preferible referirse al método experimental, o, en todo caso, al método científico experimental.

Pasos del método experimental.

En términos generales, suele decirse que son siete:

1. Delimitar y simplificar el objeto de la investigación o problema
2. Plantear una hipótesis de trabajo
3. Elaborar un diseño experimental
4. Realizar la investigación
5. Analizar los resultados
6. Obtener conclusiones
7. Elaborar un informe escrito

Ahora podemos empezar a explicar en qué consiste cada uno de estos pasos. Facilitaremos la tarea utilizando una parábola, es decir, la narración de un suceso fingido del que se deduce, por comparación o similitud, una verdad importante o una enseñanza.

Pepito Godínez vive en una casa de la colonia México Lindo y Querido con sus padres, su abuelita, un hermano y una hermana, ambos mayores que él. Todos se encuentran preocupados porque Pepito tendría que haber regresado a casa a la 1:30 P.M. y el reloj marca las 2:30 P.M.

—Ay, Dios mío, ¿por qué no vendrá Pepito? —dice la madre.

—Ese niño es un diablo —agrega la hermana—. Vamos a casa de mi madrina para que veas que no le faltan motivos para estar enojada con él. Le estropeó el piano vaciándole un litro de miel, y ahora no sirve para nada.

—Tengo un amigo psicólogo —dice el hermano—; si quieren podemos ir a hablarle para ver qué nos aconseja que hagamos con Pepito.

—En mis tiempos —empieza a decir la abuelita...

—No hay tiempos que valgan —interrumpe el padre impaciente—, ni psicólogos, ni pianos llenos de miel. Lo que hay que hacer es averiguar dónde está Pepito; luego arreglaremos el resto de los problemas.

En este momento, el padre de Pepito ha dado *el primer paso dentro del método experimental*, al delimitar el objeto de la investigación o problema. Es obvio que ninguno de los otros familiares procedió adecuadamente. Lo único que hicieron fue complicar las cosas.

¿Qué pasó con Pepito? De haber salido a la calle y preguntado al primer desconocido dónde estaba su hijo, el Sr. Godínez estaría procediendo de una manera descabellada. Lo lógico es que él y su familia, que son los que mejor conocen a Pepito, sean los que opinen sobre el posible paradero del niño. En otras palabras, que ellos son los más indicados para plantear una hipótesis sobre el problema.

Si consideramos que *una hipótesis es una suposición comprobable basada en ciertos indicios*, veremos más claramente por qué hubiera sido un desatino preguntar por el paradero de Pepito al primer transeúnte que pasara

por la calle. Más adelante profundizaremos en la definición de hipótesis. Ahora nos limitaremos a ver cómo se desarrolla el segundo paso del método en la familia Godínez.

—¿Será posible que el niño se haya perdido? —pregunta la abuelita.

—Tenemos que averiguar dónde está Pepito —dice la hermana—, y luego le preguntaremos qué pasó.

—¿Cómo haremos para encontrarlo? —inquirió la madre.

Hagamos un pequeño paréntesis para preguntar al lector cuál de los comentarios anteriores considera una hipótesis.

Si estimas que el comentario de la abuelita es una hipótesis pasa al cuadro 1. Si crees que es el de la hermana, pasa al cuadro 2. Si piensas que la madre planteó la hipótesis, pasa al cuadro 3. Si opinas que ninguna de las tres, pasa al cuadro 4.

CUADRO 1

Decididamente: Vas por muy mal camino. Recuerda que hipótesis es una suposición comprobable basada en ciertos indicios y que una suposición se formula afirmando o negando algo de lo que no se tiene certeza.

Si dices: "No me va a tocar la lotería", supones algo. Lo mismo si dices: "Si enciendo la televisión, voy a ver un programa estúpido." En este caso, aunque pudiera ocurrir que alguna vez, por casualidad, pudieras ver un programa de televisión que no fuera estúpido, estás afirmando algo que tiene una altísima probabilidad de resultar cierto.

Tal vez, esto te haya ayudado a comprender cómo se plantea una hipótesis pero, de cualquier modo, haz el favor de volver a la página 13 y leer con mucha atención.

CUADRO 2

¿Así que piensas que el comentario de la hermana responde a lo que es una hipótesis? en este caso haz el favor de pasar al cuadro 1.

CUADRO 3

No has leído con suficiente atención. Una suposición no puede expresarse en forma de pregunta, sino de afirmación o negación. Veamos un ejemplo. Si te preguntaran cuánto tiempo supones que dedica diariamente George Harrison al estudio de la guitarra, nunca responderías “¿Muchas horas?” o “¿Media hora?” No. Seguro que tu respuesta se aproximaría más a algo como “Por lo menos, tres horas diarias” o “No creo que ensaye menos de una hora al día.” En el último caso no estarías preguntando, sino te limitarías a suponer.

Ahora regresa a la página 13 y lee con mucho cuidado.

CUADRO 4

Has decidido que ninguno de los tres comentarios se apegan a nuestra definición de hipótesis. ¡Perfecto!



Volvamos con la familia Godínez.

—Por favor —dice el padre con gesto suplicante—; dejen de decir tonterías, lo único que hace falta es que digan dónde suponen que puede estar Pepito.

—Ay, Dios mío —exclama la madre—. Ha de ser que lo atropelló un coche o se lo llevaron los robachicos.

—No sean tan pesimistas —apunta el padre; me inclino a pensar que no viene por temor al castigo que le prometí si traía malas calificaciones.

—A lo mejor sacó puros dieces y se fue a festejar con sus amigotes —dice el hermano.

Ahora sí podemos afirmar que *los tres comentarios son otras tantas hipótesis*. Si piensas lo contrario, pasa a la página 2. De las tres hipótesis la familia Godínez tendrá que seleccionar una.³

—Vamos a ver —propone el señor Godínez—, la hipótesis de Alberto (el hermano de Pepito) es la menos probable de las tres, pues todos sabemos lo burro que es el niño y lo mal que se porta en la escuela. Lo del accidente parece difícil, ya que en esta colonia, gracias a que las calles no están pavimentadas, casi no pasan coches, y los pocos que pasan van a diez kilómetros por hora. En cuanto a la idea de que se lo hayan llevado los robachicos, imagino que, con lo agresivo que es Pepito, pobrecitos de ellos. Además nosotros no tenemos dinero para ningún rescate.

—Es cierto —dice la hermana—; creo que mi papá tenía razón cuando dijo que Pepito tuvo miedo al castigo por sus malas calificaciones.

En este momento la familia Godínez tiene una hipótesis de trabajo, hipótesis que se plantearía en la siguiente forma:

Pepito no ha llegado a su casa porque ha sacado malas calificaciones y tiene miedo a que su padre le imponga un castigo.

Ahora nos corresponde tratar el paso No. 3 del método:

El diseño

Un diseño es el plan o la descripción de alguna cosa que se piensa realizar. Tal descripción puede hacerse con

dibujos y con palabras. Para hacer un diseño correctamente es menester imaginar el proceso que va a seguirse en el trabajo y describirlo con todo detalle posible. Veamos lo que ocurre con el caso de Pepito.

—Bueno —dice Alberto—, tenemos una hipótesis, ¿y ahora qué?

—Voy a buscarlo —dice la madre, caminando hacia la puerta.

—Espera —ordena el padre cogiéndola del brazo—, ¿no crees que es más conveniente que pensemos dónde vamos a buscarlo?

—Pues... en la escuela.

—¿Pero no te das cuenta de que la escuela está cerrada a esta hora? Mira, siéntate y vamos a planear cuidadosamente la búsqueda. Verás como ahorramos tiempo y esfuerzo.

—Mi papá tiene razón —asienta Alberto—; yo creo que lo primero que hay que hacer es hablar con Cirilo, el íntimo amigo de Pepito. Voy a su casa corriendo y regreso...

—No vas a ninguna parte —gruñe el padre irritado—; lo que vas a hacer es buscar en un directorio telefónico el número de "La Guadalupana", que es la tienda del papá de Cirilo.

En ese momento suena el timbre de la puerta. Es el padre de Cirilo que entra a la casa muy agitado y con inquietud reflejada en el rostro.

—Perdonen que les moleste —dice el visitante—, ¿no está Pepito?

—Precisamente íbamos a hablarle por teléfono a usted para preguntar a Cirilo si sabía dónde está mi hijo —responde el Sr. Godínez.

—En ese caso se confirman mis sospechas de que el niño se fugó de la casa —dice el padre de Cirilo—. Hoy noté que habían desaparecido de la tienda varias latas de sardinas, un paquete de pan y unas tabletas de chocolate.

—La cosa es más grave de lo que sospechaba —dice el Sr. Godínez—. Alberto, ve a la recámara y fijate si falta algo de Pepito.

Alberto obedece y su padre continúa:

—Ahora recuerdo que Pepito decía que se iba a ir a

Acapulco a ganar dinero moviendo la barriga para los turistas y cargando maletas.

—Falta la tortuga, la resortera, la alcancía y una camisa —grita Alberto.

—No hay duda, se fugaron —exclama el Sr. Godínez—. Mire Ud., don Cirilo, creo que lo mejor es que mi hijo Alberto vaya a la terminal de los "Autobuses Acapulqueños". Mientras mi mujer se queda aquí, nosotros vamos a la carretera, por si se les ocurrió viajar de "aventón". Mi hija se irá a la tienda y todos nos comunicaremos con ella cada media hora para estar al tanto de lo que ocurra. Antes de irnos, sin embargo, conviene hablar por teléfono a la Patrulla de Caminos y al Departamento de Personas Perdidas. ¿Le parece?

Está visto que el padre de Pepito es el único buen diseñador de la familia Godínez. Él ha conseguido hacer una descripción detallada y racional del proceso que habrá de seguirse para localizar a los niños fugados. La madre y Alberto no supieron imaginar un plan semejante ni fueron capaces de encontrar una manera rápida de conseguir lo que se habían propuesto.

El siguiente paso (*realizar la investigación*) consiste en llevar a cabo el plan del señor Godínez.

Una de las características más importantes en toda investigación científica es el rigor con que se realiza. *Una investigación es rigurosa en tanto que se lleva a cabo solicitamente, escrupulosa, pulcra, detallada, cuidadosa, y prolijamente.* En consecuencia, una investigación escrupulosa nunca debe ser hecha con prisa, por salir del paso, sin ganas, en malas condiciones, pensando en otras cosas, sin saber utilizar los instrumentos adecuados, etc. De lo contrario, los resultados no serían confiables. Si una nave extraterrestre con la misión de averiguar el aspecto de los habitantes del planeta aterrizara en Suecia, sus tripulantes echaran una ojeada y regresaran a su planeta diciendo que los hombres de la Tierra son rubios y altos, estarían pecando de falta de rigor; generalizarían a partir de un grupo pequeño y no representativo. De la misma manera, si un estudiante se pone a buscar el punto de ebullición del agua en la ciudad de México, hallando que dicho punto se encuentra a los 93°C, su conclusión es que mienten los libros, porque dicen que el agua hierve a

los 100° centígrados. Si así procede comete una falta de rigor por no haber tenido en cuenta que la ciudad no se halla al nivel del mar y que la presión ha afectado el resultado de su experimento. En este caso se dice que no ha habido un adecuado *control de variables*. Más adelante hablaremos de este problema. Ahora volvamos al caso de Pepito.

El padre ha llegado a la carretera y preguntado a todos los empleados de la caseta por los niños. Les ha mostrado una fotografía de Pepito. Lo mismo ha hecho con tres mujeres y cuatro muchachos dedicados a vender flores a los automovilistas. Todos han contestado que no han visto a ningún niño por allí. Después, ha conversado detenidamente con los agentes de la Patrulla de Caminos para darles pormenores del caso. Ha hablado por teléfono con su hija a las 15:30, 16, 16:30, 17, 17:30, 18 y 18:30. En vista de que empezaba a oscurecer, se ha retirado con don Cirilo.

Alberto llegó a la terminal de los autobuses a las 15:20, preguntó por su hermano en la ventanilla No. 3, respondieron que no le habían visto. Entonces compró una revista y se puso a leerla en la sala de espera. Habló con su hermana a las 16:10 y 17:15. A las 18 se ha puesto a conversar con una muchacha que esperaba la salida de un autobús a Taxco. El Sr. Godínez, al llegar a la terminal a las 18:55, pide a Alberto que le informe sobre sus actividades.

¿Qué harías en el lugar del señor Godínez?

¿Le darías un premio por su labor o maldecirías el día en que le trajiste al mundo? Si optas por lo primero, harías bien en volver a leer desde la página 13; en el caso contrario, puedes seguir adelante.

—¿Eres tarado o qué te pasa? —le dice el Sr. Godínez a Alberto—. ¿Cómo no se te ocurrió preguntar en las cuatro ventanillas? ¿Por qué no hablaste a tu hermana cada media hora? ¿Crees que se puede buscar a alguien mientras se lee una revista, pedazo de animal?

El Sr. Godínez llena de insultos a su hijo, le arrebató la revista, la pisotea con furia, en tanto echa espuma por la boca. La señorita que esperaba el autobús a Taxco huye despavorida. Cuando los ánimos se calman, el padre de Pepito pregunta en cada una de las cuatro ventani-

llas por su hijo y averigua el costo del boleto México-Acapulco, que es de 37 pesos. En vista de este último dato, y dado por sentado que Pepito no podía haber reunido esa suma de dinero, decide volver a casa. En el camino inicia el quinto paso del método, es decir, *el análisis de resultados*.

—Mire usted, don Cirilo, estoy seguro de que no pudieron pagar el pasaje. Tampoco se fueron de "aventón". Como nos indicaron, hoy ha sido día de poco movimiento en la carretera. Además nuestros hijos son demasiado jóvenes para atreverse a tamaña aventura. Casi puedo asegurarle que los encontraremos al volver a la casa.

Y en efecto, cuando el señor Godínez abre la puerta, se encuentra con su mujer que dice en voz muy queda: "Ya están aquí", y acompaña con un gesto la mirada.

Don Cirilo coge a su hijo de una oreja, da las buenas noches y se marcha a su casa. Pepito explica a su padre que iban saliendo de la escuela cuando pasó un coche lleno de gángsters que acababan de asaltar un banco y decidieron llevárselos de rehenes.

El señor Godínez le hace ver a su hijo que por esos rumbos no hay ningún banco, que habían notado la desaparición de su alcancía y otros objetos, que don Cirilo echó en falta algunos alimentos y que los gángsters no sueltan a sus rehenes tan fácilmente.

—*En conclusión*, Pepito —dice el Sr. Godínez, que ahora cumple el *sexto paso del método*—, lo que ocurrió es que sacaste malas calificaciones, tuviste miedo del castigo que te había prometido y decidiste fugarte con tu amigo. Pero al darte cuenta de que el mundo es más hostil de lo que habías imaginado pensaste volver. ¿No es así?

—Sí, papá, pero no lo vuelvo a hacer.

El Sr. Godínez manda a Pepito a la cama y se sienta a escribir una carta a sus padres donde les da cuenta de lo ocurrido. Con esto cumple el *último paso del método*. Y colorín colorado, esta parábola ha terminado.