

## EDUCACIÓN PÚBLICA

15 de Noviembre de 1912

QUINCENALMENTE EN SAN JOSÉ DE COSTA RICA, C. A.

DIRECTORES:

R. Brenes Mesén ◀ J. García Monje

Fragmentos de un libro<sup>1</sup>

## Introducción al estudio de la Geografía

El estudio geográfico de un país, si ha de ser completo, debe constar de tres partes esenciales: definición, descripción y explicación.

La definición, que es lo primero, enumera y localiza los hechos múltiples y variados de la Geografía física y humana, es decir, la distribución de los diversos terrenos, la forma y los accidentes del relieve, los caracteres del clima, los ríos, las varias aptitudes naturales, las poblaciones, las ciudades y zonas de aglomeración de los habitantes, los principales hechos económicos y su distribución.

Antes se daba a esta enumeración una importancia exagerada, por lo menos en la enseñanza, hasta el extremo de hacer de ella la parte esencial, la materia única del estudio geográfico. Hoy, por el contrario, se trata de restringirla demasiado.

Ambos extremos nos parecen igualmente viciosos. Verdad es que los hechos geográficos no son la Geografía, como los hechos y fechas no son la Historia, ni los huesos

del esqueleto el cuerpo humano; pero forman su indispensable armazón. Qué sería el cuerpo si se suprimiesen los huesos del esqueleto?

Se conocería imperfectamente la Geografía de Costa Rica si sólo se supiese enumerar las montañas con sus principales cimas, los mayores ríos, las partes de clima cálido o templado, la población total del país, las ciudades y su situación, las regiones agrícolas y sus principales productos, etc. Equivaldría a conocer nuestra tierra por encima, por sus rasgos exteriores, superficiales, pudiera decirse lineales. Pero cabría, de otra parte, pretender conocerla sin la previa exacta posesión de esos detalles?

Desde el punto de vista pedagógico, la nomenclatura tiene la gran ventaja de habituar a los niños a la precisión de ideas. Es necesario exigir que ellos comprendan clara-

<sup>1</sup> *La Geografía Nueva*, curso destinado a los normalistas.

mente lo que dicen, que hablen de las cosas y no alrededor de las cosas o a propósito de ellas.

La descripción pinta, por decirlo así, los fenómenos de orden geográfico, haciendo resaltar sus rasgos característicos y pintorescos.

Se comprende fácilmente hasta qué punto una descripción bien hecha puede hacer atractiva una enumeración. Toda nomenclatura es abstracta; por sí mismas, las palabras *Irazú* y *Tempisque* no evocan idea alguna en el espíritu; pero la descripción se encarga de mostrar el Irazú como la mayor mole volcánica de la cordillera central, de faldas cultivables y cultivadas; con sitios de encantadora belleza; aire fresco, seco y rejuvenecedor; aguas cristalinas y frías, y desde cuya cumbre la vista divisa en lontananza los dos grandes océanos que en breve mezclarán sus aguas al través del canal de Panamá. La vida humana es allí más activa; la pereza cede su campo al trabajo como medio de ahuyentar el frío; el cuerpo pide alimentación más nutritiva. Nos pinta por otra parte el Tempisque como uno de nuestros mayores ríos, cuya corriente tranquila y casi imperceptible se desliza por terrenos planos, de exuberante vegetación, tan pronto poblados de bosques como de pastos magníficos, donde el aullido de los cuadrumanos se mezcla con el mugido del ganado y el raro canto de las aves de vistoso plumaje. Por él surcan las pequeñas embarcaciones que nos ponen en comunicación con nuestros hermanos de la cálida y rica región del Guanacaste, donde el hombre de fantasía muy viva y clara inteligencia, canta en las noches de luna como los trovadores de la edad media y suda durante el día bajo

los ardores de un sol canicular. Y he aquí que los dos vocablos abstractos han desaparecido. Dos individualidades concretas, profundamente diferentes, se bosquejan, se precisan, han solicitado la curiosidad del niño, fijado sus ideas, puesto en ejercicio su imaginación, y aun provocado diversamente su simpatía. Porque, y sin referirnos ni a las altas tierras del Irazú ni a las bajas llanuras guanacastecas, que se reparten casi por parejo nuestro cariño, después de haber leído u oído una cautivante descripción, hay países hacia los cuales uno se siente atraído y otros que inspiran repulsión.

Y como la curiosidad y la simpatía se adueñan pronto de la atención del niño y son las generadoras del gusto por un estudio, la descripción, que las provoca, resulta de innegable utilidad. Hay que cuidar, sin embargo, de que la descripción, para que aproveche en el grado deseable, sea sobria, precisa, exacta, lo más objetiva posible. Por eso la fotografía es arte que presta señalados servicios a la Geografía.

Consideremos la explicación.

Explicar es la finalidad de toda ciencia. El espíritu humano no se satisface con ver las cosas; quiere comprenderlas, darse cabal cuenta de ellas. Y no debe olvidarse que los hechos geográficos resultan de causas, pocas o múltiples, simples o complejas, que en mayor o menor escala los han fatalmente determinado. Por qué aquí llanuras y allá montañas? Por qué un maciso montañoso de formas esbeltas y otro, pesadamente extendido, carece de puntos salientes? Por qué llueve mucho aquí, poco allá y nada en otros países? Por qué selvas en este lugar y sólo yerbas en aquél? Por qué un

río de corriente calmosa, regular, y otro de curso violento, desordenado? Por qué gentes sedentarias en unas comarcas y nómadas en otras? Por qué las masas humanas aglomeradas en unos lugares mientras que otros permanecen desiertos? Por qué las casas limeñas y egipcias tienen el techo plano y las nuestras inclinado? Por qué se han establecido fábricas aquí y no allá? Por qué...? A cada rato se ocurren preguntas análogas, aunque de diversa importancia, para las cuales reclama respuesta el espíritu del hombre, siempre anheloso de precisión y claridad.

La Geografía de otro tiempo no se preocupaba de estos problemas; resolverlos es, por el contrario, el afanoso empeño de la Geografía nueva. Tal es la razón de que la ciencia geográfica se haya transformado por completo. Antes, cuando se limitaba a describir la fisonomía actual de la Tierra, su aspecto exterior, dejaba en el estudiante la impresión de que el globo terráqueo es inmutable. El estudio de las causas que determinan los hechos geográficos, por el contrario, pone de relieve la perpetua evolución que ha sufrido y sufre nuestro mundo al influjo de la acción constantemente activa de tales causas, y permite comprender que el estado actual del globo es un estado transitorio entre lo que fué ayer y lo que será mañana. Todo se modifica sin cesar en la naturaleza, las formas físicas como los hechos de orden humano: las montañas se deprimen, las llanuras se levantan, los deltas se extienden a expensas del mar, las rocas se desmoronan al embate de las olas, las tierras y piedras se resquebrajan y trituran por la acción de extremas tempera-

turas, y las lluvias y vientos transportan sus residuos, los centros de población y de actividad se desplazan, todo cambia, con la única diferencia de que la evolución en el dominio físico es lenta, y en el humano más rápida, sobre todo en nuestros días. El punto de vista dinámico ha invadido el campo de la antigua concepción estática y la ha sustituido, regenerando con ello la Geografía, que ha venido a ser ciencia nueva, viviente y singularmente sugestiva.

Y aquí cabe indicar las observaciones que naturalmente surgen al emprender marcha por el nuevo derrotero de la Geografía.

I.—*La Geografía no debe invadir el dominio de las otras ciencias* La investigación de las causas que originan los hechos en cuyo estudio se ocupa, la obligan ciertamente a solicitar el auxilio de numerosas ciencias, prontas por lo demás a otorgárselo. La Geología le da, con parte del secreto de las formas actuales, las razones de la distribución de los diversos terrenos en la superficie del globo; la Química le revela las propiedades y aptitudes agrícolas de los diferentes suelos; la Física le permite explicar la climatología y las acciones mecánicas que concurren a formar el modelado terrestre; la Mineralogía, la Botánica, la Zoología, la Antropología, la Sociología, la Lingüística, la Historia, etc., le suministran contribuciones útiles. Para cumplir su objeto, el geógrafo de hoy debe poseer extensos y variados conocimientos. Pero si la Geografía se relaciona con las otras ciencias, no debe confundirse con ellas; ha de respetar el dominio de éstas como ajeno del suyo propio. Dejará a ellas el cuidado de establecer sus conclu-

siones particulares y se limitará a registrar esas conclusiones, aprovechándolas para apoyar las que a su turno establezca. Es cosa esencial, particularmente en la enseñanza, que la Geografía no olvide ni por un momento cuál es su verdadero objeto.

II.—*La Geografía debe apartarse de todo espíritu sistemático.*—En la investigación de causas, como se procede en las ciencias experimentales y de observación, importa guiarse únicamente por los hechos. El espíritu de sistema es a las veces cómodo y seductor, pero conduce a interpretaciones abusivas y por lo tanto inexactas. A él se debe, por ejemplo, el que tan pronto se exagera como se reduce extremadamente la importancia del factor geológico en Geografía, y no otro es el origen de algunas ideas falsas que se han por desgracia divulgado. Se asevera corrientemente que el régimen de un río depende en primer término de la naturaleza de los terrenos que forman el cauce: a tierras permeables, se dice, ríos de curso regular; a terrenos impermeables, corrientes irregulares. Esto es verdad en algunos casos, como en el del Tempisque y el Reventazón, pero deja de serlo en muchos otros, pues no escasean aquí, y son numerosos en países de extenso territorio y más heterogénea composición, los ríos y riachuelos torrentosos que discurren por lechos permeables. Y como una ley ha de verificarse siempre y no unas veces, la pretendida a que aludimos resulta inaceptable. Pero si se observa que los ríos de curso regular cruzan por comarcas planas y los torrentosos por montañosas, se concluirá que es el relieve el factor principal en que ha de basarse la

explicación del hecho. La naturaleza de los terrenos atravesados puede influir, pero de modo secundario y relativamente débil: la inclinación del relieve y la abundancia o escasez de lluvias son las que ejercen capital influencia sobre el régimen de los ríos.

Podría citarse otros ejemplos de análogas erradas interpretaciones engendradas del modo exclusivo de considerar los fenómenos. La verdad es que la naturaleza es muy compleja y que la mayor parte de los fenómenos naturales proceden de causas múltiples. La verdadera ciencia—y en esto consiste su dificultad—tiene por esencial objeto penetrar esas causas, sin exceptuar ninguna, y determinar con exactitud el grado de influencia ejercido por cada una en el hecho geográfico que las sintetiza.

III.—*En la enseñanza, la parte reservada a la explicación debe ser prudentemente graduada.* No hay que olvidar, en efecto, que si la nomenclatura, que únicamente ejercita la memoria, y la descripción, arrumbada hacia el sentido pictórico y el espíritu de curiosidad, pueden estar al alcance de los niños, no ocurre lo mismo con la explicación, que ha de recurrir a la ciencia, es decir a conocimientos múltiples y difíciles, y a la razón, o, sea a una facultad limitada en el niño y que sólo llega a desenvolverse en el adulto.

Puede ser tentador el dar al niño, después que uno mismo la ha hallado, la explicación de los hechos que ve o que se le presentan, y aun puede ser que el niño repita la explicación, porque su memoria es buena por lo regular. Pero no hay que pagarse de apariencias: la repetirá pasivamente, como un loro,

sin comprenderla y sin aprovecharla, porque para esto el espíritu ha menester de un largo esfuerzo de elaboración y de asimilación, impropio de la edad temprana.

La enseñanza no tiene por objeto enseñarlo todo ni explicarlo todo, sino enseñar lo que a la edad del niño pueda ser asimilado, y explicar lo que pueda ser comprendido. De aquí que la enseñanza requiera exquisito tacto. En Geogra-

fía, como en las demás ciencias, es necesario limitarse a presentar al niño explicaciones fáciles, sencillas, al alcance de su capacidad intelectual. Bastará en los primeros años, dejar en el alumno la impresión de que los hechos geográficos proceden siempre de alguna causa (aunque no se le diga cuál), y hacerle ver que la Geografía será para él objeto de atrayente estudio en años venideros.

## Las hormigas de cornizuelo

Hace ya veinte años que publicamos un estudio del doctor Carlos Emery, profesor de la Real Universidad de Bologna, como contribución a la biología de las hormigas que habitan nuestras plantas de cornizuelo (*Acacia spadicigera*), tan común en la vertiente del Pacífico, desde una altura de mil metros sobre el nivel del mar hasta la costa misma.

Hemos visto que hay unas hormiguitas negras que protegen las plantas de girasol, purgándolo de insectos nocivos y facilitando el empolvoramiento de sus inflorescencias. Más tarde nos ocuparemos de las hormigas protectoras de los árboles de Guarumo, tan comunes en ambas vertientes de este país. En Costa Rica tenemos varias especies de hormiguitas pertenecientes todas al género *Pseudomyrma*, que son de cuerpo delgado como las avispas, dotadas de un aguijón venenoso, y cuyo piquete causa un fuerte escozor y ligera inflamación en la piel durante largas horas. Estas hormigas taladran las espinas del cornizuelo hacia la parte más

delgada, cuando están tiernas y se alimentan con la pulpa que extraen de ellas; de cada par de espinas sólo taladran una y por ese agujerito estrecho y circular extraen todo el jugo de ambas espinas, que se comunican por su base, como si juntásemos dos cuernos de toro, uniéndolos por su parte más ancha. Luego que las espinas se endurecen y secan, quedan absolutamente huecas, y en cada una de ellas se establece una familia de hormigas, con sus obreras, machos, hembras aladas, larvas y crisálidas, formando en cada planta una colonia numerosa, donde cada espina pareada representa una vivienda.

Cuando por casualidad o intencionalmente se sacude una planta de cornizuelo todas las hormigas se alborotan, como los avisperos, recorren las ramitas y hojas con notable inquietud y atacan todo animal u objeto extraño que se presente, con tal furia que para coleccionar bastantes ejemplares basta poner una mota de algodón en cualesquiera de las ramitas, golpear el tronco de la planta y pocos segundos des-

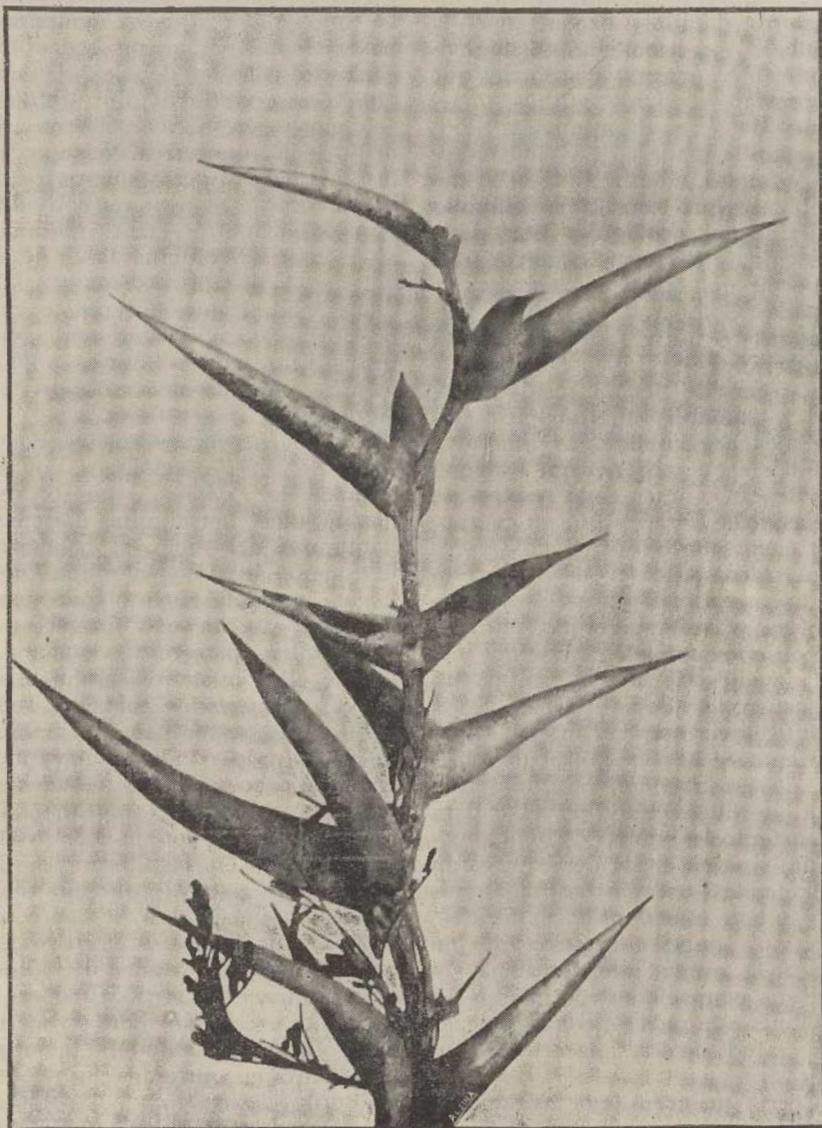
pués el algodón se cubre en absoluto de hormigas. Ese carácter fácilmente irritable de estos animalitos y el aguijón ponzoñoso de que están armados por la naturaleza constituyen la mejor defensa de la planta contra los pequeños enemigos que pudieran atacarla. Las espinas, por otro lado, puntiagudas y fuertes, son igualmente defensivas contra los rumiantes, resultando ambas protecciones de tal eficacia que algunos pájaros construyen sus nidos en los cornizuelos, sin que los reptiles ni los pequeños carnívoros osen atacar sus pichones.

Entre las hormigas que habitan las espinas del cornizuelo hay tres especies bien caracterizadas: una amarilla, una roja y otra negra, cada cual habita una planta separadamente; mas por complacencia dejan estas hormigas que otras especies, aun de géneros diferentes, vivan con ellas en la misma planta, en perfecta armonía, aunque separadamente, ocupando los huéspedes tolerados las espinas viejas y abandonadas ya por las *Pseudomyrmas*.

Esto sucede á veces con una rama seca de la planta, pero cuando la planta entera se seca, las *Pseudomyrmas* se retiran por completo a otra planta nueva y los huéspedes se quedan solos, ensanchando con frecuencia los agujeros de entrada a las espinas, cuando son demasiado estrechos para hormigas de mayor tamaño o más gruesas como los *Camponotus* por ejemplo. En todo caso, debe considerarse a estas últimas como logreras o parásitos tolerados por las belicosas propietarias de las acacias. Cuando las hormigas ponzoñosas se alborotan, los huéspedes se esconden en sus habitaciones o en las pequeñas grietas de la corteza de la planta, mientras

los soldados beligerantes recorren el tallo, las ramas y las hojas en todas direcciones, en actitud de ataque contra cualquier agresor, así sea tan grande como un buey o tan pequeño como un mosquito; a los grandes los ahuyentan y á los pequeños los matan enterrándoles, unas en pos de otras, sus puñales envenenados. En cambio de ese servicio de policía constante que las *Pseudomyrmas* prestan a las *Acacias*, estas plantas dan á las hormigas: alojamiento en sus espinas, para ellas y su prole; les suministran la pulpa alimenticia con que están llenas las espinas tiernas; la planta tiene además glándulas secretoras de miel y ciertas excrescencias de las hojas tiernas, semejantes a peras microscópicas, que las hormigas comen con verdadero deleite, sin perjudicar las hojas, las flores ni los frutos de la planta en manera alguna. Dice el ilustre naturalista Tomás Belt: que durante su permanencia en Nicaragua, hace ya medio siglo, plantó unas matas de cornizuelo en una región donde no había *Pseudomyrmas* y cuando crecieron bastante y estaban cubiertas de hojas verdes y tiernas, vinieron las hormigas arrieras, pertenecientes al género *Atta*, que atacan nuestros cafetales y naranjos, y pelaron completamente sus acacias, llevándose todas las hojas; de lo cual infiere que las hormigas propias del cornizuelo sirven para ahuyentar las arrieras, pues en las plantas protegidas no se presenta el caso de ser deshojadas en los campos, donde abundan igualmente las arrieras, que viven en cuevas subterráneas y se ven obligadas a cortar las hojas de otras plantas para proveer a la cría de hongos de que se alimentan.

Cada vez que observamos la Na-



UNA RAMA DE ACACIA  
QUE DA ALIMENTO Y CASA A LAS HORMIGAS QUE LA PROTEGEN

(De San Sclerin)

turaliza, en cualesquiera de sus menores detalles, encontramos la solución de problemas biológicos admirables: plantas y animales que se prestan servicios mutuos, sociedades de seres diminutos que nos enseñan la manera de vivir contentos y felices, adaptaciones al medio ambiente que son sabias páginas abiertas del prodigioso libro de la creación, y el consuelo mayor para soportar con amor los trabajos de la vida. Comparad los túneles más grandes del mundo con las galerías subterráneas de las hormigas, que tienen más de cien metros de longitud y hallaréis microscópicos los trabajos del hombre. Preguntad a las hormigas arrieras que trabajan sin descanso acarreado pedazos de hojas más grandes que su cuerpo, si tienen salarios estipulados?— y os contestarán: que sirven los intereses de la comunidad, sin fiscalizaciones mutuas.—Dedicad algunos minutos de observación a las hormigas del cornizuelo y las veréis examinar sin descanso las hojas tiernas de su planta, tocar con las antenas constantemente las secreciones alimenticias de las ramas, como si cuidasen de una huerta sembrada por ellas para el sustento en común de toda la colonia, sin pensar siquiera que están condenadas por castigo a ganarse el pan con el sudor de sus frentes; piensan por el contrario, que no descansa quien jamás trabaja, y que sus ocupaciones cotidianas les prolongan la vida y las hacen gozar con salud de los placeres de su raza.

Corría un tren por las llanuras del Atlántico en momentos en que una columna de hormigas devastadoras atravesaba la vía férrea, pasándole por encima: centenares de hormigas quedaron aplastadas sobre

los rieles, pero no hubo una sola de las que venían atrás que intentase pasar después por encima, todas buscaban un paso por debajo, y la marcha no se interrumpió; algunos soldados y jefes permanecieron a la orilla de la línea férrea avisando con las antenas a sus compañeros lo que debían hacer; con suma actividad corrían hacia atrás, para comunicar al resto de la columna las órdenes del caso; la disciplina se mantuvo de manera admirable, sin que tengan las hormigas códigos ni reglamentos militares que obliguen a esos ejércitos en marcha a cumplir con su deber!

Hay ciertas formas aladas, conocidas por los entomólogos con el nombre de *Labidus* y que son reinas de unas hormiguitas morenas, habitantes del suelo: al comenzar la estación lluviosa salen los *Labidus* en busca del suelo blando, para depositar sus huevos y formar nuevas familias, pero resulta que algunos de ellos mueren al salir de su cueva; entonces los soldados de la tribu a que pertenecen recogen los cadáveres y los conducen entre muchos, en procesión solemne, al hormiguero de donde proceden. El respeto y cariño por sus jefes y semejantes es en las hormigas un sentimiento natural, que una falsa educación jamás hará desaparecer.

Nos ocupábamos en abrir lo que teníamos por una tumba de indios, en las márgenes del río Jiménez, y habíamos escarbado como un metro de profundidad, cuando al levantar una piedra encontramos un pequeño hormiguero, redondo, del tamaño de una naranja, en que había toda una familia completa, con sus larvas, crisálidas, hembras, machos y neutros, pero todos absolutamente inmóviles, como si estuviesen

mueritos; extraña situación tratándose de hormigas, cuya movilidad es constante bajo la luz del sol, y en muchas especies aún en altas horas de la noche; tuvimos los ejemplares en la mano sin que diesen muestras de vida, y satisfecha ya nuestra natural curiosidad, los echamos en una botellita de alcohol, para conservarlos: instantáneamen-

te comenzaron a moverse todos, pero ya era demasiado tarde; aquella simulación en la lucha por la vida sólo sirvió para que la ciencia enriqueciese la fauna myrmecológica de Costa Rica con un género nuevo. Y nosotros, cuántas veces nos equivocamos sin provecho alguno para nadie!

Anastasio Alfaro

## Ciencia general

### De cómo el hombre se ayuda a sí mismo

(Véase BOLETÍN N° 6 pág. 85)

#### 2.—El plano inclinado

Un hombre desea cargar en un vagón una piedra que pesa 600 libras y trata de hacerlo por medio de una tabla gruesa.<sup>1</sup> Un arreglo semejante es lo que se llama un plano inclinado.

La ventaja de un plano inclinado puede apreciarse en el experimento que sigue. Búsqese una tablita lisa de 7 pies de largo y sosténgase de modo que el extremo *A* (véase la Fig.) quede a un pie por encima del nivel de la mesa; el largo del plano inclinado es entonces 7 veces mayor que su altura. Atese un rodillo metálico a una balanza de resorte y obsérvese su peso. Entonces tórese uniformemente del rodillo hacia arriba a lo largo de la tabla y nótese que la tracción aparece en la balanza, teniendo cuidado siempre de mantener la balanza paralela al plano inclinado.

Cuando el rodillo ha subido a lo largo del plano, la balanza registra una tracción sólo un cuarto mayor que el peso actual del rodillo. Es decir, cuando el rodillo pesa 12, una fuerza de 3 basta para levantarlo en la extensión del plano hasta la altura *A*; pero la pequeña fuerza debe aplicarse a través de la longitud completa del plano. Es preferible, en muchos casos, ejercer una fuerza de 30 libras, por ejemplo, sobre la distancia *CA* que una de 120 sobre la más corta distancia *BA*.

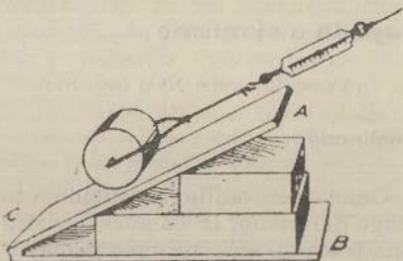
Sosténgase la tabla del extremo *A* a una altura de 2 pies por encima del nivel de la mesa; esto es, arréglese el plano inclinado de tal modo que su largo sea dos veces mayor que su alto. En tal caso la tracción continua en la balanza será la mitad del peso del rodillo; luego una fuerza de 6 libras basta para alzar un rodillo que pesa 12.

Cuanto más derecho esté el plano, más fuerza se necesita para le-

<sup>1</sup> Hágase esta experiencia con un peso menor.

vantar el peso; por el contrario, si el plano se inclina más, el esfuerzo que se necesita disminuye mucho. En un plano inclinado cuyo largo es diez veces mayor que su alto, el esfuerzo se reduce a un décimo del peso de la carga. La ventaja de un plano inclinado depende del largo y alto relativos, o lo que es lo mismo, de la razón de la longitud es a la altura.

*Aplicación.*—Valiéndose de un tablón inclinado un hombre fuerte



Menos fuerza se requiere para alzar el rodillo a lo largo del plano inclinado que alzarlo directamente a la altura *A*.

puede cargar en un carro una piedra que pesa 600 libras. Supongamos que el piso del carro está a 2 pies del suelo; entonces, si se emplea un tablón de 6 pies, bastarán 200 libras para levantar la piedra; pero el hombre tendrá que empujar con esta fuerza la piedra amedida que la arrastra a lo largo del tablón.

Desde luego que el trabajo es igual a la fuerza multiplicada por la distancia, el hombre ha hecho un trabajo que se representa por  $200 \times 6$  o 1200. Esta es la cantidad exacta de trabajo que se necesitaría para alzar directamente la piedra. Aun cuando un hombre poseyera una fuerza enorme, no podría alzar directamente un peso de 600 libras

ni a una pulgada de alto; pero un hombre fuerte puede proveer la pequeña fuerza (200 libras) en una distancia de 6 pies; por lo tanto, al paso que una máquina no disminuye la cantidad total de trabajo que a un hombre se pide, crea una nueva distribución del trabajo y posibilita, y hasta facilita, resultados que de otro modo serían imposibles con la acción humana.

*Ferrocarriles y Caminos.*—El problema del plano inclinado es muy importante para los ingenieros que dirigen la apertura de nuestros caminos y el tendido de los rieles de las locomotoras en la trocha. Se requiere una fuerza tremenda para tirar de un peso cuesta arriba, y la mayoría de nosotros está familiarizada con el caballo o buey que forcejean y las locomotoras que resoplan. Por este motivo, siempre que es posible, los ingenieros bajan el nivel de los terrenos escarpados y reducen los esfuerzos violentos tanto como pueden.

El declive del camino se llama gradiente y éste mismo no es otra cosa que el número de pies que la colina se eleva por milla. Un camino de una milla de largo (5280 pies) tiene una gradiente de 132 si la cumbre de la colina está a 132 pies sobre el nivel del camino allí donde principia el declive.

En tal plano inclinado, la razón entre la longitud es a la altura  $5280 \div 132$ , o sea 40; por lo tanto, cuando se trata de arrastrar un tren de carros a la cumbre, la máquina necesitaría ejercer un tracción continua igual a la cuarentava parte de la resistencia combinada del tren.

Si, por otra parte, el ascenso ha sido gradual, es decir si la gradiente fué de 60 pies por milla, una

tracción de la máquina de una ochentava parte de la resistencia combinada bastaría para llevar el tren de carros a la cumbre de la gradiente.

Por este motivo los ingenieros gastan grandes sumas en disminuir la gradiente de los ferrocarriles, haciéndolos tan a nivel como sea posible. En las regiones montañosas la topografía del suelo impide la eliminación de todas las fuertes gradientes, pero sin embargo siempre se trata de seguir las más fáciles.

*La cuña.* Si un plano inclinado se mete debajo o dentro de un objeto sirve de cuña. Por lo común una cuña consiste en dos planos inclinados.<sup>1</sup> Un cincel y una hacha son tipos de cuñas. El alfiler común quizás sea la forma universal de una cuña. Puede Ud. explicar por qué es una cuña el alfiler?<sup>2</sup>

*El tornillo.*—Otra valiosa e indispensable forma de un plano inclinado es el tornillo. Examínense varios con los niños y se verá que consisten en una barra metálica en torno de la cual pasa un filo y claramente se ve que ese tornillo no es otra cosa que una varilla en alrededor de la cual en efecto, se ha arrollado un plano inclinado.

La distancia entre dos de los filos sucesivos que rodean al tornillo se llama canal. Se ve fácilmente que cuanto más estrechos están los filos y los canales son más pequeños, tanto más grande es la ventaja del tornillo y de aquí la menor fuerza que se necesita para vencer la resistencia. Un tirabuzón es un tipo familiar de tornillo.

Berta M. Clark

(*General Science.*—Seguirá)

## Botánica Experimental

### LAS SEMILLAS

#### 1.—Partes de una semilla

PROPÓSITO.—*Hallar las partes de una semilla.*

MATERIAL DE OBSERVACIÓN.— Habas, cubases, garbanzos, frijoles, semillas de ayote, de higuera y otras de mayor tamaño.

MÉTODO.—Examine la semilla y observe su color, superficie y dis-

tintos. Busque una seña (el hilum) que muestre de donde estuvo pegada a la cara interna del fruto. Busque una hinchazoncita (la chalaza) que se ve en el exterior de algunas semillas. Busque la protuberancia (el rafe) que rodea algunas semillas. Busque el agujerito (micropila) que atraviesa la corteza de ciertos granos. Describa y dibuje el exterior de cada semilla estudiada y nombre todas las partes vistas.

CONCLUSIÓN.—En una frase establezca las partes que usted haya encontrado que son comunes a todas las semillas examinadas.

<sup>1</sup> Háganse cuñas con los niños y enseñeseles el uso que tienen.

<sup>2</sup> Muéstrense estos objetos a los niños.

pués el algodón se cubre en absoluto de hormigas. Ese carácter fácilmente irritable de estos animalitos y el aguijón ponzoñoso de que están armados por la naturaleza constituyen la mejor defensa de la planta contra los pequeños enemigos que pudieran atacarla. Las espinas, por otro lado, puntiagudas y fuertes, son igualmente defensivas contra los rumiantes, resultando ambas protecciones de tal eficacia que algunos pájaros construyen sus nidos en los cornizuelos, sin que los reptiles ni los pequeños carnívoros osen atacar sus pichones.

Entre las hormigas que habitan las espinas del cornizuelo hay tres especies bien caracterizadas: una amarilla, una roja y otra negra, cada cual habita una planta separadamente; mas por complacencia dejan estas hormigas que otras especies, aun de géneros diferentes, vivan con ellas en la misma planta, en perfecta armonía, aunque separadamente, ocupando los huéspedes tolerados las espinas viejas y abandonadas ya por las *Pseudomyrmas*.

Esto sucede á veces con una rama seca de la planta, pero cuando la planta entera se seca, las *Pseudomyrmas* se retiran por completo a otra planta nueva y los huéspedes se quedan solos, ensanchando con frecuencia los agujeros de entrada a las espinas, cuando son demasiado estrechos para hormigas de mayor tamaño o más gruesas como los *Camponotus* por ejemplo. En todo caso, debe considerarse a estas últimas como logreras o parásitos tolerados por las belicosas propietarias de las acacias. Cuando las hormigas ponzoñosas se alborotan, los huéspedes se esconden en sus habitaciones o en las pequeñas grietas de la corteza de la planta, mientras

los soldados beligerantes recorren el tallo, las ramas y las hojas en todas direcciones, en actitud de ataque contra cualquier agresor, así sea tan grande como un buey o tan pequeño como un mosquito; a los grandes los ahuyentan y á los pequeños los matan enterrándoles, unas en pos de otras, sus puñales envenenados. En cambio de ese servicio de policía constante que las *Pseudomyrmas* prestan a las *Acacias*, estas plantas dan á las hormigas: alojamiento en sus espinas, para ellas y su prole; les suministran la pulpa alimenticia con que están llenas las espinas tiernas; la planta tiene además glándulas secretoras de miel y ciertas excrecencias de las hojas tiernas, semejantes a peras microscópicas, que las hormigas comen con verdadero deleite, sin perjudicar las hojas, las flores ni los frutos de la planta en manera alguna. Dice el ilustre naturalista Tomás Belt: que durante su permanencia en Nicaragua, hace ya medio siglo, plantó unas matas de cornizuelo en una región donde no había *Pseudomyrmas* y cuando crecieron bastante y estaban cubiertas de hojas verdes y tiernas, vinieron las hormigas arrieras, pertenecientes al género *Atta*, que atacan nuestros cafetales y naranjos, y pelaron completamente sus acacias, llevándose todas las hojas; de lo cual infiere que las hormigas propias del cornizuelo sirven para ahuyentar las arrieras, pues en las plantas protegidas no se presenta el caso de ser deshojadas en los campos, donde abundan igualmente las arrieras, que viven en cuevas subterráneas y se ven obligadas a cortar las hojas de otras plantas para proveer a la cría de hongos de que se alimentan.

Cada vez que observamos la Na-

## 2.—Efecto del remojo

PROPÓSITO.—*Hallar lo que resulta de remojar las semillas.*

MATERIAL DE OBSERVACIÓN.— Varias fuentes o botellas, agua, y un surtido de semillas, como garbanzos, habas, cubases, frijoles, etc.

MÉTODO.— Examine las semillas, observe el tamaño y póngalas luego en una botella con agua. Examínelas de cuando en cuando varias horas. Qué cambio ocurre primero? En donde empieza este cambio? Cómo se da usted cuenta de ello? Cómo se extiende? Cuando las semillas se hayan remojado y expandido por completo, examínelas de nuevo. Qué cambio ha ocurrido en el tamaño de las semillas? Por qué? Comprima la semilla. Sale alguna agua? Si sale, ¿de dónde?

CONCLUSIÓN.— Exprese cuál es el efecto del remojo de las semillas; además, qué cambios se operan y por donde es probable que el agua se introduzca en la semilla.

## 3.—Efecto del remojo

PROPÓSITO.—*Estudiar el efecto del agua en las semillas secas.*

MATERIAL DE OBSERVACIÓN.— Semillas como en el experimento anterior.

MÉTODO.— Pese un número dado de semillas secas. Colóquelas luego en una taza con agua. Así déjelas una noche. Sáquelas después, séquelas con papel-secante y de nuevo péselas. Han aumentado de peso tanto como de tamaño? Cuánto más?

CONCLUSIÓN.— Establezca cuál es el efecto del remojo en el peso de las semillas.

## 4.—La presión de las semillas

PROPÓSITO.—*Mostrar que las semillas ejercen presión al absorber el agua.*

MATERIAL DE OBSERVACIÓN.— Botella de cualquier clase (las cuadradas, de vidrio liso y muy delgado son muy buenas), habas o garbanzos, cubases etc.

MÉTODO.— Llene las botellas con semillas secas. Añada en una botella tanta agua como se necesite para llenar los espacios que quedan entre las semillas. Deje la otra para que le sirva de comprobante. Entapónelas y déjelas quietas. Después de tres horas observe el resultado. Qué demuestra el experimento si el tapón ha saltado ó la botella quebrádose? Si la botella permanece intacta, saque el corcho y trate de expulsar las semillas poniéndola de cabeza.

CONCLUSIÓN.— Infírela de este experimento.

SUGESTIÓN.— Repita esta experiencia usando cuatro botellas; llene dos de semillas vivas y dos de muertas mediante el calor. Llene dos de las botellas de agua como antes. Entapónelas y apártelas en espera del resultado.

Ocurre la misma expansión en todas las preparaciones?

El resultado se debe a causas mecánicas o fisiológicas?

Dé razones en su respuesta.

## 5.—La presión de las semillas

PROPÓSITO.—*El mismo del experimento No. 4.*

MÉTODO.— Repita el experimento número 4, usando tuestos (*macetas*), ladrillos y alambre, del modo si-

guiente: Llene una maceta con semillas secas. Tápele con un ladrillo enalambrándolo firmemente. Sumerja todo en un cubo de agua y déjelo una noche.

Saque con cuidado la maceta del agua y observe lo que resulta. Si el ladrillo se ha amarrado con firmeza algo importante se verá. Cómo se explica usted el resultado?

PREGUNTA.—La semilla aprovecha en algo este poder que tiene de expandirse para salir del suelo?

NOTA.—Puede emplearse para este experimento un pedazo de tabla en vez del ladrillo. En este caso la madera puede arquearse y la maceta no se quiebra entonces.

Un *embrión* es una planta o animal en ciernes o no desarrollado. Cada grano contiene semejante planta, rodeada de una o más envolturas que la protegen y se llaman vestidos de las semilla.

Cada semilla también atesora en su seno una cantidad de alimento para uso del embrión cuando empieza a crecer; lo bastante para nutrir la planta hasta que la raíz y la superficie de la hoja se hayan desarrollado tanto que por sí misma pueda aquélla elaborar su sustento.

## 6.—El embrión

PROPÓSITO.—Hallar el embrión en una semilla y saber cómo está protegido.

MATERIAL DE OBSERVACIÓN.—Habas, garbanzos, cubaces y otras semillas grandes de las usadas en los anteriores Experimentos.

MÉTODO.—Escoja una semilla grande y remojada y con cuidado quítele la cubierta externa (testa). Qué se halla debajo de esta pri-

mera envoltura? Separe las demás envolturas y examínelas una por una.

Separadas todas las cubiertas queda el embrión. Examínelo y halle en él tres partes. Cuáles son? Dibuje el embrión y nombre todas las partes que ha hallado. El haba<sup>1</sup> muestra patentemente un grueso par de cotiledones, un tallito puntiagudo y un botoncito que se compone de dos tenues hojas entre los cotiledones (véase la Fig.)

CONCLUSIÓN.—Nombre las partes de un embrión y determine cuántas envolturas lo protegen.

## 7.—Estructura comparativa

PROPÓSITO.—*Descubrir qué partes de una semilla son esenciales y la relación mutua de ciertas estructuras.*

MATERIAL DE OBSERVACIÓN.—Habas, garbanzos y otras semillas grandes como las de los Experimentos anteriores; semillas de ayote, almendras, pudreoreja etc.

MÉTODO.—Examine, estudie y compare las diversas clases de semillas, parte por parte. Cuáles tienen cáscara gruesa, delgada, lisa, áspera o rugosa?

Cuál tiene una envoltura? Cuál dos? En cuál hay una tercera? En cuál hay un cordón? En cuál una cabecita? En cuál hay un carúnculo? (Véase la Fig.)

Compare las semillas, observando la posición relativa del hilum y la micropila. Separe la cáscara y compare los embriones parte por parte. Cuáles tienen cotiledones gruesos? Cuáles delgados? (Indique una planta sin cotiledones). En cuál hay más

<sup>1</sup> Los frijoles o los cubases también.

de dos? En qué semillas hay un endosperma? Qué relación parece existir entre el tamaño y el grueso de los cotiledones y la cantidad de endosperma? En cuáles la plúmula (primer botón) es grande y distinto?

CONCLUSIÓN. — Manifieste que partes se han hallado en todas las semillas y que relación existe entre el tamaño de la plúmula y la espesura de los cotiledones.

### 8. — Semillas con el alimento fuera del embrión

PROPÓSITO. — *Hallar la estructura de las semillas de la higuera.*

MATERIAL DE OBSERVACIÓN. — Varias semillas grandes de higuera.

MÉTODO. — Estudie el aspecto externo de la semilla como antes se ha hecho. Rompa luego con cuidado la frágil corteza dándole un golpecito con un lápiz.

Separando la cáscara, observe la delgada pelícua interna que cubre el embrión de la semilla.

a) Pase un alfiler alrededor del borde, teniendo cuidado de no penetrar en el embrión. Separe las dos mitades y encuentre el embrión tal como se halla introducido en el alimento (endosperma) b) Escoja otra semilla, y habiendo separado la cáscara como antes, córtela a lo largo por la mitad. Observe el embrión tal como se halla sepultado en el grueso endosperma.

Cuántos cotiledones encuentra? Son gruesos o delgados? Grandes o chicos? Halla usted el tallito puntiagudo? Puede usted hallar un botoncito entre los cotiledones?

Examine el alimento (endosper-

ma). Observe su espesura. Pruebe su aceite comprimiéndolo entre dos papeles.

CONCLUSIÓN. — Exprese en una o dos sentencias las particularidades de la semilla de higuera, mencionando el número y carácter de sus cotiledones y el sitio en donde está almacenado el alimento.

SUGESTIÓN. — Estudie semillas de pudreoreja.

Remójelas bien y estudíelas, empleando un cristal de aumento.

### 9. — Semillas con un cotiledón

PROPÓSITO. — Aprender las peculiaridades de un grano de maíz.

MATERIAL DE OBSERVACIÓN. — Varios granos de maíz (el amarillo o rojo son buenos) y una mazorca.

MÉTODO. — Examine los granos de maíz después de haberlos tenido en agua doce horas cuando menos.

a) Observe la cubierta dura y córnea, el raigón con que estuvo atado al eje leñoso (olote) la depresión más clara que se llama el *corazón*, y la delgada cicatriz que está en el extremo del corazón cerca de donde el grano estuvo pegado al olote. Serán más sencillos estos puntos si una mazorca se usa para la demostración.

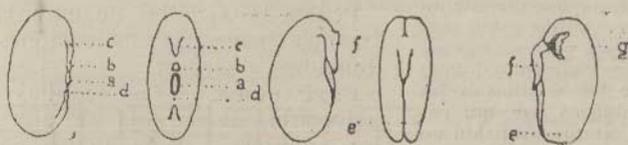
b) Corte varias secciones de granos de maíz, a lo largo, al través y a lo ancho, tratando de cortarlos exactamente por la mitad del corazón. Examine la superficie del corte y halle el embrión rodeado por los lados de una almidonada y oleosa masa de alimento (endosperma).

Determinar la parte de almidón es fácil por su apariencia caliza, pero si las secciones se han remojado

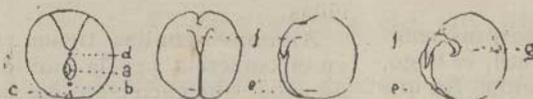
en una solución de yodo, todas las partes se verán con mucha claridad.

El yodo colorea el almidón de

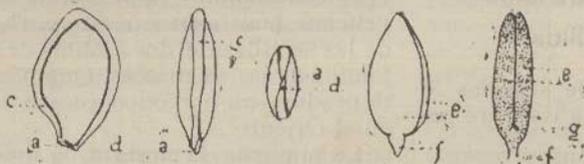
CONCLUSIÓN.—Expresa las peculiaridades de un grano de maíz, mencionando el número de cotiledones y el sitio del alimento.



Frijol



Luisante



Calabaza



Higuerilla

*a*, hilum; *b*, chalaza; *c*, rafe; *d*, micropila; *e*, cotiledón; *f*, hipocotilo; *g*, plúmula; *h*, carúnculo; *i*, endosperma.

negro o azul oscuro y mancha de amarillo o anaranjado el embrión.

Haga todas las partes y bosqueje as diversas secciones.

NORA.—Todas las semillas son de dos clases, a saber, las que tienen dos cotiledones como los frijoles y las que tienen uno, como el maíz. Algunas tienen más de dos cotiledo-

nes; en este último caso se dice que los embriones son policotiledones. La semilla de naranja a veces tiene de dos a siete cotiledones de tamaño desigual, lo que es una monstruosidad. Los policotiledones se consideran como dicotiledones cuando las semillas están partidas en dos o más partes. (Busque semillas que carecen de cotiledones) La mayoría de las semillas de las plantas cotiledoneas son tan pequeñas que el simple cotiledón no siempre es fácil verlo. Más tarde, cuando tratemos la germinación de las semillas, mostraremos este hecho.

**SUGESTIÓN.**—Estudie otras semillas grandes como el dátil, el trigo, etc. y observe su parecido. En que notables respectos el coco difiere.

### Sustancias nutricias en las semillas

Elija un puñado de semillas y examínelas una a una y separe las sustancias nutritivas.

Responda a lo que sigue:

1. Qué sustancias nutritivas hay en el trigo? En el maíz, la cebada, los frijoles, las habas, los garbanzos?
2. Contiene almidón la semilla de naranja?
3. En las semillas de la pera hay aceite?
4. Contienen azúcar las nueces que tienen un sabor dulce?

### Extractos de semillas

Algunas semillas contienen aceites amargos o ponzoñosos, que le

sirven a la joven planta para protegerla de los animales que la destruirían. La vainilla, la amapola, liguerilla y el targuá son ejemplos bien conocidos.

Pruebe las semillas de naranjas, limones, manzanas, melocotones y almendras amargas.

**PRECAUCIÓN.**—Las semillas de melocotón, de naranja, de almendras amargas y otras muchas contienen ácido prúsico, un veneno mortal. Por lo mismo no es juicioso probar las variedades desconocidas.

Algunas semillas tienen precio en el comercio por la cantidad de esencias que encierran. La espuela de caballero produce un veneno que mata los piojos.

El estramonio y la belladona son venenos poderosos que se extraen de las semillas de dos plantas de la familia de las solanáceas. Qué planta produce un narcótico que se usa en el Oriente?

La pimienta, la mostaza, la nuez-moscada, la cola, el cardamomo y otras muchas semillas son valiosas porque sus aceites producen fragancias y especias.

**SUGESTIÓN.**—Visite una botica o un almacén de víveres y haga una lista de las semillas que se usan en medicina, en perfumería etc., y los granos que se usan como alimento.

F. Owen Payne

(*Manual of Experimental Botany*)