

ZOOLOGIA.

LA FORMACION DE LA TIERRA VEGETAL POR LA ACCION DE LOS GUSANOS. *

EN la introduccion del libro que en seguida resumimos, M. Charles Darwin se excusa de haber consagrado todo un volumen al estudio de un animal que puede parecer á primera vista insignificante. Ciertas observaciones, antiguas ya, le hicieron pensar que la obra de los gusanos era considerable en la naturaleza, si se hace intervenir el factor más importante quizá, de los problemas geológicos: el tiempo. Es bastante difícil, como lo hace notar el autor, formarse una idea exacta de los efectos de una causa que obra continuamente, y esta incapacidad ha retardado, á menudo, el progreso científico: se ha visto en el caso de la Geología y más recientemente en el principio de la evolucion.

M. Darwin se ha ocupado exclusivamente en esta obra, del papel que los gusanos desempeñan en la formacion del suelo, los cambios de la superficie y la denudacion de la tierra. Las célebres experiencias de M. Pasteur han demostrado que estos animales pueden, en ciertas circunstancias, propagar enfermedades infecciosas, llevando á la superficie gérmenes virulentos.

Refiérese que en la granja de Rozières fueron atacados los carneros por la fiebre carbonosa, por haber comido yerba que nacia en un hoyo, donde se habian esparcido hacia dos años, animales carbonosos.

M. Pasteur, en la Memoria del 20 de Noviembre de 1880, ha citado igualmente el caso de un rebaño compuesto de 900 carneros, de los cuales murieron 400 por haber estado echados en su establo sobre la tierra que habia sido llevada de un lugar, donde los gusanos estuvieron enterrados por mucho tiempo.

Aunque las observaciones de M. Darwin no se relacionan á esta parte de la cuestion, sin embargo suministran luces sobre la manera de cómo los gusanos llevan á la superficie de la tierra las particulas ocultas á una profundidad relativamente considerable. No hay duda, despues de haberlas leído, que las medidas adoptadas para la ocultacion de los cuerpos infectados son ineficaces, puesto que despues de un tiempo más ó ménos largo pueden los gusanos llevar los gérmenes infectantes al alcance del hombre ó de los animales.—H. G.

* *The formation of vegetable mould through the action of worms with observations on their habits, by Charles Darwin. London. John Muviay. 1881.*

I. COSTUMBRES DE LOS GUSANOS.—Los gusanos están esparcidos por el mundo bajo la forma de gérmenes poco numerosos, que tienen entre sí una gran semejanza exterior. Las especies inglesas de lombrices no han sido nunca clasificadas cuidadosamente. Eisen cuenta ocho en Escandinavia y Hoffmeister, la misma cifra en Alemania.

Los gusanos abundan en varios puntos de Inglaterra. Sus deyecciones se ven en número considerable en los pastos y las dunas gredosas; y cubren casi toda la superficie cuando el suelo está árido y el césped corto y delgado. Por otra parte, son también numerosas en ciertos parques de Londres en que la yerba crece bien y el suelo es fértil. Pueden ser los gusanos, en un mismo campo, mucho más numerosos en unos puntos que en otros sin que haya una diferencia notable en la naturaleza del suelo. Abundan en los patios empedrados de las casas, y se les ha visto penetrar hasta en las cuevas húmedas. Se encuentran pocos gusanos en los caminos secos de arena ó de casquijo, donde solo brotan el brezo, el ginesta, el helecho, el musgo y los líquenes. Pero en muchas partes de Inglaterra, la superficie de los senderos que atraviesan el brezo, se cubre de un césped fino y corto, sobre el cual se encuentran, con frecuencia, las deyecciones de los gusanos.

Una capa de tierra fina, por delgada que sea, pero que sin duda retiene la humedad por mucho tiempo, es en todo caso, según creo, necesaria para su existencia; la simple compresión del suelo parece serles desfavorable hasta cierto punto, supuesto que pululan con frecuencia en los antiguos caminos de casquijo y por los senderos al través de los campos.

Abajo de los grandes árboles se encuentran pocas deyecciones durante ciertas estaciones del año, sin duda porque toda la humedad ha sido absorbida por las raíces. En efecto, estos lugares se cubren de deyecciones después de las fuertes lluvias de otoño.

En las montañas de Gales y en los Alpes son escasos los gusanos en muchos lugares, lo cual es debido tal vez á la proximidad de las rocas subadyacentes, donde dichos gusanos no pueden hacer sus agujeros en el invierno para no ser helados. Se han encontrado, sin embargo, á grandes alturas sobre los montes Nilgire y el Himalaya.

Los gusanos de tierra pueden considerarse como animales terrestres, aunque, hasta cierto punto sean semi-acuáticos, como los otros miembros de la gran clase de los anélidos. M. Perrier ha visto que la exposición al aire seco de una cámara durante una sola noche les era fatal. Por otra parte, ha conservado vivos, durante cerca de cuatro meses, varios gusanos completamente sumergidos en el agua. Durante el estío, cuando el suelo está seco, penetran á una profundidad considerable y cesan de trabajar, como en invierno, cuando el suelo está helado. Sus costumbres son nocturnas; se les ve en la noche arrastrarse en gran número, pero ordinariamente con su cola fija en los agujeros. Por la expansión de esta parte de su cuerpo y con la ayuda de sedas cortas y ligeramente curvas de que están

armados, se adhieren al suelo tan fuertemente que con dificultad se puede desprenderlos sin dividirlos en pedazos. Durante el día, permanecen en sus agujeros, excepto en la estación de la cópula; entónces, los que habitan los agujeros próximos, exponen al aire la mayor parte de su cuerpo, en las primeras horas de la mañana. Es preciso exceptuar también á los individuos enfermos que son atacados generalmente por las larvas parásitas de una mosca: estos individuos salen durante el día y permanecen en la superficie de la tierra. Después de las fuertes lluvias que suceden á un tiempo seco, se ve algunas veces un número sorprendente de gusanos muertos. Yo creo que estos son individuos ya enfermos, y que su muerte ha sido acelerada por la sumersión del suelo.

Dícese con frecuencia que los gusanos bien constituidos no abandonan nunca del todo sus agujeros, ni en la noche; pero esto es un error. En la mañana, después de fuertes lluvias, la película de cieno ó de arena fina que cubre los caminos de casquijo está claramente tachonada por sus huellas. Estas se alejan algunas veces hasta 15 metros del orificio de los agujeros. No se ha visto que dos de dichas huellas se dirijan hácia el mismo orificio, y es difícil que un gusano encuentre el camino que conduce á su agujero una vez que lo ha abandonado.

Morren afirma, que los gusanos permanecen frecuentemente casi inmóviles por algunas horas, inmediatamente abajo del orificio de su agujero. He comprobado este hecho con algunos gusanos conservados en jarros. Esta costumbre es la causa de que los pájaros destruyan cantidades enormes. Sin duda los gusanos no obran de esta manera para respirar el aire fresco, porque hemos visto que pueden vivir mucho tiempo bajo el agua. Creo que buscan más bien el calor, sobre todo en la mañana; verémos después que con frecuencia entapizan el orificio de sus agujeros con hojas, con el objeto, según parece, de impedir que su cuerpo esté en contacto directo con la tierra fría y húmeda. Dícese que cierran completamente sus agujeros durante el invierno.

Estructura.—El cuerpo de un gusano grande está compuesto de 100 á 200 anillos ó segmentos casi cilíndricos. El sistema muscular es bastante desarrollado. Los gusanos pueden arrastrarse tanto hácia adelante como hácia atrás, y con la ayuda de su cola que fijan, pueden meterse á sus agujeros con una rapidez extraordinaria. La boca está situada en la extremidad anterior del cuerpo y está provista de una pequeña proyección que le sirve para la prensión. Interiormente y atrás de la boca, se encuentra una sólida faringe, que se dirige hácia adelante cuando el animal come y que corresponde, según Perrier, á la trompa de los otros anélidos. La faringe conduce al esófago, en la parte inferior del cual se encuentran, de cada lado, tres pares de glándulas que secretan una cantidad admirable de carbonato de cal. Estas glándulas calcíferas son verdaderamente notables, porque no se conoce nada análogo en algún otro animal. En la mayor parte de las especies, el esófago ensanchándose, forma un buche adelante de la molleja. Este último órgano está revestido con una membrana espesa, lisa y rodeada de mús-

culos débiles en el sentido longitudinal, pero poderosos en el sentido transversal. Según Perrier, la trituración del alimento debe efectuarse sobre todo en este órgano, porque los gusanos no poseen ni dientes ni mandíbulas. Se encuentra generalmente en la molleja y en los intestinos, granos de arena y piedrecitas, de $\frac{1}{10}$ á $\frac{1}{15}$ de pulgada de diámetro, que sirven sin duda para triturar el alimento. La molleja se abre en el intestino, el cual termina en línea recta hasta el ano. El intestino presenta la notable estructura llamada *tifósilis*, es decir, un intestino dentro de otro. Claperède ha mostrado que esta estructura consiste en un repliegue longitudinal profundo de las paredes, con la ayuda del cual se obtiene una superficie absorbente extensa.

El sistema circulatorio es bastante desarrollado. Los gusanos respiran por la piel. Los dos sexos están reunidos en el mismo animal, pero la cópula puede tener lugar entre dos individuos. El sistema nervioso es bastante completo y los dos ganglios cerebrales, casi confluentes, están situados muy cerca de la extremidad anterior del cuerpo.

Sentidos.—Los gusanos están desprovistos de ojos, y al principio creí que eran completamente insensibles á la luz. Hoffmeister niega el hecho, pero admite que es preciso cierto tiempo para que la acción se haga sentir. La experiencia me ha probado, en efecto, que la luz afecta á los gusanos por su intensidad y duración. La extremidad anterior del cuerpo, únicamente, es afectada. Como estos animales están privados de ojos, debemos suponer que la luz atraviesa la piel y excita los ganglios cerebrales.

Aunque no se puede decir que los gusanos están dotados de la visión, su sensibilidad á la luz les permite distinguir el día y la noche y escapar así á muchos peligros. Su confinamiento en sus agujeros durante el día parece que ha llegado á ser, no obstante, una acción habitual: los gusanos conservados en platos de vidrio cubiertos con papel negro, se ocultan todas las noches en su agujero.

Los gusanos parecen ser menos sensibles á un calor radiante moderado que á la luz intensa. Son sensibles á las temperaturas bajas, como lo prueba su confinamiento en sus agujeros durante las heladas.

No poseen el sentido del oído. Aunque indiferentes á las ondulaciones del aire que son perceptibles para nosotros, son bastante sensibles á las vibraciones de un objeto sólido. Cuando se coloca sobre un piano un jarro que contiene gusanos á los cuales el sonido había dejado insensibles, ciertas notas les hacen meterse instantáneamente en su agujero.

Todo su cuerpo es sensible al contacto. Un soplo ligero les hace dirigirse al instante á su morada. De todos sus sentidos, el del tacto, comprendiendo en este término la percepción de una vibración, parece ser el más desarrollado.

El sentido del olfato se reduce aparentemente en los gusanos á la percepción, débil al principio para ciertos olores. El olor del tabaco, del perfume de flores y del ácido acético les deja indiferentes. No sucede lo mismo cuando se em-

plean hojas de col ó pedazos de cebolla que los gusanos devoran con avidez. Terminan siempre por descubrirlos, por más enterrados que estén.

Se puede suponer que todos los animales que se alimentan de sustancias diversas poseen el sentido del gusto, y éste es precisamente el caso en los gusanos. Prefieren mucho las hojas de col, y parece que pueden distinguir entre éstas las diferentes variedades; pero tal vez esto es debido á la diferencia de textura. Entre las hojas de especies diversas, eligen siempre su alimento favorito, la hoja de apio, zanahoria, etc. Segun M. Bridgman, las hojas semi-descompuestas del *Phlox verna* son preferidas sobre todo por los gusanos.

Cualidades mentales.—Hay poco que decir acerca de este punto. Hemos visto que son tímidos. Dúdase que el dolor que sienten esté en relacion con las contorsiones que experimentan. Deben recibir cierto placer al comer, si se juzga por la avidez que se observa en ellos cuando toman algunos alimentos. Su pasion sexual es bastante fuerte para hacerles olvidar el temor que manifiestan á la luz. Poseen trazas de sentimiento social, porque se arrastran, sin equivocarse, los unos sobre los otros y permanecen algunas veces en contacto. Segun Hoffmeister, pasan el invierno aislados ó hechos una bola unos con otros en el fondo de sus agujeros. Aunque los gusanos están desprovistos completamente de varios órganos de los sentidos, esto no excluye necesariamente la inteligencia, como sabemos, segun el caso referido por Laura-Bridgman; hemos visto que, cuando su atencion está ocupada, descuidan las impresiones á las cuales sin esto habrian sido sensibles. Pero la atencion indica la presencia de un espíritu. Tambien son más fácilmente excitados en unos momentos que en otros. Ejecutan algunas acciones instintivamente. Así es como la especie de los *Perichoeta* arroja sus deyecciones de manera de construir torres, y los agujeros de estos gusanos, como los del gusano comun, son cubiertos con tierra fina y frecuentemente con piedrecitas, así como tambien son revestidos los orificios de dichos agujeros con hojas. Uno de sus instintos más poderosos es el de cerrar sus agujeros con diferentes objetos; los gusanos jóvenes ejecutan esta operacion. Sin embargo, cierto grado de inteligencia parece ser desplegada, como lo veremos despues, en esta operacion; resultado que más que cualquiera otro, me ha sorprendido en lo que concierne á los gusanos.

Alimento y digestion.—Los gusanos son omnívoros. Tragan una gran cantidad de tierra, de la cual extraen toda la materia digestible que puede contener. Comen tambien un gran número de hojas semi-podridas y aún frescas.

Leon Federico afirma que el fluido digestivo de los gusanos es de la misma naturaleza que la secrecion pancreática de los animales superiores.

Las hojas frescas ó semi-podridas que los gusanos desean devorar, son arrojadas al orificio de sus agujeros á una profundidad de una á tres pulgadas, y entonces son humedecidas con un fluido secretado. Se ha supuesto que este fluido servia para activar la descomposicion, pero he podido convencerme de que no sucede tal cosa. De todos modos, dicho jugo obra sobre las hojas de una manera

muy notable: las mata prontamente y las decolora. Obra igualmente sobre los gránulos de almidon en el interior de las celdillas; estos gránulos desaparecen en las partes afectadas por el fluido.

Siendo esta secrecion alcalina, y obrando á la vez sobre los gránulos de almidon y sobre el contenido protoplásmico de las celdillas, podemos deducir que se asemeja en cuanto á su naturaleza, no á la saliva, sino á la secrecion pancreática, y sabemos por Federico que se encuentra una secrecion análoga en los intestinos de los gusanos. Las hojas son digeridas parcialmente ántes de ser introducidas en el canal alimenticio. No conozco otro caso de digestion extra-estomacal; el hecho es, que el que más se asemeja es el de las plantas, como la *drosera* y la *dionea*, en las cuales la materia animal es digerida y convertida en peptona, no en estómago, sino en la superficie de las hojas.

Glándulas calcíferas.—Estas glándulas son seis, y en el gusano comun, lo mismo que en los de otros géneros, desembocan en el canal alimenticio adelante del buche y posteriormente á éste en la uretra. Las cuatro posteriores están formadas por laminillas que, segun Claperède, se derivan del esófago. Estas laminillas están revestidas de una capa celular pulposa, cuyas celdillas exteriores son libres y en número infinito. Si se rompe una de estas glándulas, sale una materia blanca pulposa, que no es otra cosa sino celdillas libres cuyo diámetro es muy pequeño. Contienen una poca de materia granulosa excesivamente fina. Insolubles en el éter, se disuelven con efervescencia en el ácido acético; el oxalato de amoniaco, agregado á la solucion, da un precipitado blanco. Podemos deducir de esto que contienen carbonato de cal.

Las glándulas anteriores tienen una forma un poco distinta á la de las cuatro posteriores: son más ovales. Difieren tambien en que contienen generalmente varias glandulillas, ó dos ó tres más grandes, ó una sola concrecion voluminosa de carbonato de cal, teniendo hasta de 1 á $\frac{1}{2}$ milímetro de diámetro. Las concreciones grandes son redondas ú ovales y casi pulidas exteriormente; su estructura es más ó ménos cristalina. No puede uno figurarse cómo escapan de las glándulas, pero el hecho es que se les encuentra frecuentemente en el buche, en los intestinos y en las deyecciones de los gusanos.

Las concreciones están formadas por la cal contenida en las celdillas calcíferas libres que tapizan las laminillas. A medida que las pequeñas concreciones aumentan de volúmen, se ponen en contacto y se unen englobando así las laminillas que en lo sucesivo no funcionarán: se puede seguir de esta manera la formacion de las concreciones más gruesas. Esta operacion se ignora absolutamente, porque se verifica regularmente en las dos glándulas anteriores, y rara vez en las cuatro posteriores. Dice Morren que estas glándulas desaparecen en invierno, y ha visto algunos ejemplos de esto.

Respecto á la funcion de las glándulas calcíferas, probablemente sirven sobre todo como órganos de secrecion y ayudan de una manera secundaria la di-

gestion. Los gusanos consumen muchas hojas caídas, y se sabe que la cal se acumula en las hojas en una proporción que llega para ciertas especies hasta á 72 por 100. Las glándulas calcíferas sirven para desembarazar á los gusanos del exceso de esta materia. Por otra parte, las hojas, durante su descomposición, engendran en abundancia diferentes especies de ácidos agrupados bajo el nombre de ácidos del humus, que obran enérgicamente sobre el carbonato de cal. En los gusanos que se alimentan de estas hojas, el contenido de los intestinos es el ácido y la materia evacuada; las deyecciones lo son igualmente. Sin duda las innumerables celdillas calcíferas, vertidas por las cuatro glándulas posteriores en el canal alimenticio, sirven para neutralizar más ó ménos la acción de los ácidos engendrados por las hojas semi-podridas. Ellas pueden ayudar, como lo cree Claperède, á la trituración del alimento; pero creo con Perrier, que esto es un uso secundario, puesto que ese fin se obtiene por medio de las piedras que existen ya generalmente en la molleja y en los intestinos de los gusanos.

Los gusanos toman las hojas y otros objetos, no solamente para utilizarlos como alimento, sino para tapar los orificios de sus agujeros; este es uno de sus más fuertes instintos. Arrojan también en sus agujeros hojas y peciolo de muchas especies, algunos pedúnculos de flores, pedazos de papel, plumas, lana y crin de caballo. Muchos de estos objetos no son comidos por ellos.

Las hojas así arrastradas á alguna profundidad en una cavidad cilíndrica, son irremisiblemente replegadas y machucadas. Cuando una hoja nueva es arrojada, ésta es exterior á la primera, y todas forman por último un cuerpo único. Los gusanos llenan los intersticios que quedan entre las hojas con tierra viscosa y húmeda que arrojan, y de esta manera es tapado el orificio de los agujeros.

A falta de hojas, peciolo, etc., protegen con frecuencia el orificio de su agujero con la ayuda de piedrecitas que arrojan por succión. La ventaja de llenar así sus agujeros ó de cubrirlos con hojas es dudosa; no obran así cuando arrojan mucha tierra, porque entónces sus deyecciones les sirven para impedir la irrupción del agua en los agujeros, para ocultar éstos de la vista de las escolopendras, para que los gusanos puedan permanecer impunemente con la cabeza al nivel del suelo, y en fin, esta es mi opinión para oponerse á la entrada de la capa de aire inferior, enfriada por la radiación de la noche.

Inteligencia desplegada en el tapamiento de los agujeros.—La tabla adjunta resume las numerosas observaciones que he recogido acerca de la manera como los gusanos arrojan diferentes especies de objetos al orificio de sus agujeros. Las cifras dan la proporción por ciento.

NATURALEZA DEL OBJETO.	Sacados de los agujeros por la cúspide.	Sacados por la porción media.	Sacados por la base.
Hojas de diferentes especies.....	80.0	11	9.0
Hojas de tilo, de base y vértice puntiagudas.....	79.0	17	4.0
Hojas de un codezo, de base estrecha y algunas más estrecha que el vértice.....	63.0	10	27.0
Hojas del rhododendron, de base frecuentemente más estrecha que el vértice.....	34.0	„	66.0
Hojas de pino, que consisten en agujas y que parten de una base comun.....	„	„	100.0
Peciolos de clematita, un poco puntiagudos en el vértice, y ensanchados en la base.....	76.0	„	24.0
Hojas de fresno, cuya base espesa puede servir frecuentemente de alimento.....	48.5	„	51.5
Hojas de robinia, sumamente delgadas, sobre todo hácia al vértice y poco convenientes para el tapamiento de los agujeros.....	44.0	„	56.0
Triángulos de papel de dos formas (anchos y angostos).....	62.0	15.0	28.0
Triángulos anchos de papel.....	59.0	25.0	16.0
„ estrechos de papel.....	65.0	14	21.0

Si consideramos estos diferentes casos, llegaremos irremisiblemente á la conclusión de que los gusanos muestran cierto grado de inteligencia en la manera de tapar sus agujeros.

Cada objeto particular es tomado de una manera uniforme y por causas que comprendemos generalmente para que atribuyamos este resultado á la simple casualidad. Si algunos objetos han sido arrojados por la extremidad más ancha, esto ha dependido probablemente porque en ciertos casos el trabajo es menor. Sin duda los gusanos son guiados por el instinto en la operación de cerrar sus agujeros, y obran en cada caso independientemente de la inteligencia. Vemos cuán difícil es juzgar si la inteligencia interviene en estos fenómenos, cuando recordamos hechos análogos en las plantas; por ejemplo, cuando las hojas desviadas de su posición ordinaria dirigen de nuevo sus caras superiores hácia la luz ejecutando movimientos sumamente complicados y recorriendo la distancia más corta.

En los animales, las acciones que parecen debidas á la inteligencia pueden ser ejecutadas, gracias á las costumbres hereditarias, sin que intervenga la inteligencia, aunque adquiridas por ésta en su origen. La costumbre puede también haber sido adquirida por la conservación y la trasmisión de las variaciones progresivas de alguna otra costumbre, y en este caso, la costumbre nueva se habrá obtenido independientemente de la inteligencia en todo el curso de su desarrollo.

No hay improbabilidad *à priori* de que los gusanos hayan adquirido instintos especiales por el uno ó el otro de estos dos medios. Sin embargo, es probable que los instintos se hayan desarrollado con el conocimiento de los objetos, tales como las hojas y los peciolos de las plantas extranjeras, absolutamente desconocidas de

los ascendientes de los gusanos que obran de la manera indicada. Sus acciones por otra parte no son tan invariables, aunque sí inevitables, como lo son la mayor parte de los instintos verdaderos.

Como los gusanos no son guiados por instintos especiales en cada caso particular, aunque posean un instinto general para cerrar sus agujeros, y como por otra parte prescindimos de la casualidad, la conclusion más probable parece ser, que ellos se ensayan de diversos modos en arrojar los objetos, y que optan en fin una manera ú otra. Pero sorprende verdaderamente ver que un animal tan inferior en la escala de los séres, es decir, un gusano, posea la facultad de obrar de esa manera, cuando muchos animales más elevados no la tienen.

M. Romanes, que ha estudiado especialmente la inteligencia de los animales, cree que no podemos suponer en estos inteligencia sino cuando veamos á un individuo utilizar su experiencia propia. Sin embargo, los gusanos arrojan los objetos en sus agujeros, primero de una manera y despues de otra, hasta que en fin terminan aprovechando cuando ménos en cada caso particular la experiencia. Por otra parte, tengo la conviccion de que habitualmente los gusanos no se ensayan en arrojar los objetos de varias maneras diferentes, lo que indica que ántes de ponerse á trabajar deben adquirir alguna nocion de la forma general del objeto, probablemente tocándola en varias partes con la extremidad anterior de su cuerpo, que les sirve de órgano táctil. Si es así, si poseen la facultad, por rudimentaria que sea, de adquirir alguna nocion de la forma de un objeto y de la de sus agujeros, merecen llamarse inteligentes, porque obran casi de la misma manera que lo haria un hombre en circunstancias semejantes.

Esta conclusion es sin duda poco cierta, pero no conocemos lo bastante el sistema nervioso de los animales inferiores para justificar nuestra desconfianza á este respecto.

Manera como los gusanos hacen su agujeros.—El ahuecamiento tiene lugar de dos maneras: separando la tierra en todos sentidos y tragándosela. En el primer caso, el gusano introduce la extremidad anterior de su cuerpo, alargada y puntiaguda en alguna pequeña grieta, y entónces, como lo hace notar Perrier, dirigen la faringe hácia adelante en esta parte, la cual se ensancha por consecuencia y separa la tierra en todos sentidos.

Como este medio es impracticable en los terrenos compactos, los gusanos se ven obligados entónces á tragarse la tierra para hacer sus agujeros. Algunos autores dudan que la traguen con solo ese objeto; pero como sus deyecciones se encuentran sobre las arenas más áridas y desprovistas de materia nutritiva, es preciso admitir el hecho. Por otra parte, es indudable que los gusanos tragan una cantidad enorme de tierra, con el objeto de extraer la materia nutritiva que puede contener. Si la tierra fuera tragada cuando los gusanos hacen sus agujeros, las deyecciones solo serian arrojadas accidentalmente; sin embargo, en muchos lugares se puede ver por la mañana que las deyecciones frescas y la cantidad de tierra arrojada

del mismo agujero, durante varios días consecutivos, es considerable. A pesar de esto, los gusanos no se internan á gran profundidad, excepto cuando el tiempo es seco é intensamente frío.

Los gusanos abundan algunas veces en los lugares donde no pueden obtener ó apenas obtienen hojas, ya sea frescas ó secas; por ejemplo, bajo el enlosado de un patio bien barrido donde raramente caen hojas. Mi hijo Horacio les ha encontrado bajo el piso empedrado de una cueva sumamente húmeda, donde quizá nunca tuvieron hojas á su alcance.

Numerosos ejemplos prueban que los gusanos tragan tierra, no solamente para hacer sus agujeros, sino también para alimentarse. Hensen, no obstante, deduce de sus análisis del humus, que los gusanos probablemente no podrían vivir de la tierra vegetal ordinaria, aunque admite que podrían alimentarse hasta cierto punto con la tierra de las hojas. Sin embargo, los gusanos devoran con avidez la carne cruda, el grano, los gusanos muertos y el estiércol ordinario que siempre contiene muchos huevecillos, larvas y animalillos muertos ó vivos, esporos de plantas criptógamas y micrococci, tales como los que dan origen al salitre. La presencia de estos diversos organismos, lo mismo que la de la celulosa contenida en las hojas ó en las raíces no descompuestas por completo, nos explican las grandes cantidades de tierra tragada por los gusanos.

Profundidad á la cual penetran los gusanos; construccion de sus agujeros.—Aunque los gusanos viven de ordinario cerca de la superficie, penetran sin embargo á una profundidad considerable durante las secas y los grandes frios prolongados.

Los agujeros se dirigen perpendicularmente ó con más frecuencia en una direccion oblicua. Se dice que se bifurcan algunas veces, pero no lo he observado sino en los suelos recientemente removidos y cerca de la superficie. Generalmente siempre están tapizados, segun creo, con una capa delgada y fina de tierra negra arrojada por los gusanos, de manera que primero deben haber sido ahuecados segun un diámetro mayor. Las paredes de los nuevos agujeros están tapizadas á menudo de pequeños glóbulos de tierra arrojada, aún blanda y viscosa, los cuales parece que son esparcidos por todos lados por el gusano cuando sube ó desciende en su agujero. La cubierta así formada llega á ser muy compacta y unida cuando está casi seca, y se adapta exactamente al cuerpo del gusano. Las pequeñas sedas curvas que están colocadas en hileras á los lados del cuerpo tienen también un excelente punto de apoyo, y el agujero se presta perfectamente al movimiento rápido del animal. La cubierta parece que sirve para reforzar la paredes y quizá para impedir que el gusano sea machucado. Los agujeros no son, pues, simples excavaciones, y pueden ser más bien comparados á túneles revestidos de cemento.

El orificio de los agujeros, además de esto, está frecuentemente tapizado con hojas. Los gusanos permanecen á menudo largo tiempo en la entrada, quizá para

buscar calor, y la disposición en forma de canasto de las hojas impide que su cuerpo se encuentre en contacto directo con la tierra fría y húmeda.

Los agujeros que penetran profundamente en el suelo terminan generalmente en una pequeña excavación ó cámara, donde, según Hoffmeister, uno ó varios gusanos pasan el invierno hechos una bola. El fondo de los agujeros está tapizado con piedrecitas, tragadas sin duda y que deben tener por objeto impedir el contacto con el suelo circunvecino; este contacto perjudicaría quizá la respiración que no tiene lugar más que por la piel.

El gusano después de haber tragado tierra, ya sea para hacer su agujero ó ya para alimentarse, se dirige á la superficie para vaciar su cuerpo. La tierra arrojada está mezclada enteramente á las secreciones intestinales, que le dan una consistencia viscosa. En seguida llega á ser dura. Cuando la tierra es muy líquida, es arrojada por pequeñas sacudidas, y cuando no lo es tanto, por un movimiento peristáltico lento. No es arrojada indiferentemente de un lado á otro, la cola hace el orificio de trulla. Inmediatamente que se ha formado un montecito, el gusano evita, según parece para su seguridad, proyectar su cola hácia afuera, y la materia terrosa es empujada al través de la masa blanda depositada ya. El orificio del mismo agujero sirve para este fin durante mucho tiempo, y las deyecciones, en ciertos casos, forman masas voluminosas en forma de torres.

Los gusanos no arrojan siempre sus deyecciones en la superficie del suelo; algunas veces las depositan en alguna cavidad, abajo de las piedras, ó en sus propios agujeros abandonados, pero solamente cerca de la superficie y en los terrenos recientemente removidos.

Distribución de los gusanos.—Los gusanos de tierra se encuentran en todos los lugares del mundo, y algunos géneros están esparcidos sobre una zona inmensa. Habitan las islas más solas, abundan en Islandia, se les ha encontrado en las Indias occidentales en Santa-Elena, en Madagascar, en la Nueva Caledonia y en Tahiti. Se ignora absolutamente cómo llegan á estas islas. El agua salada les mata fácilmente, y sin duda los gusanos ó sus huevecillos, no son trasportados con la tierra que se adhiere á las patas ó al pico de los pájaros terrestres. En Kerguelen, adonde Ray Lankester les ha encontrado, no hay actualmente ningún pájaro terrestre.

Como nos ocupamos aquí sobre todo de la tierra arrojada por los gusanos, he reunido algunos hechos que á esto se refieren y relativos á otras comarcas. Los gusanos arrojan las deyecciones en abundancia en los Estados Unidos, en Venezuela, y aún en el clima seco de la Nueva Gales del Sur. En Bengala, bajo un clima caliente y húmedo, abundan casi por todas partes, tanto en los terrenos desiertos como en los cultivados. Cuando el agua se ha infiltrado en los arrozales, toda la superficie de la tierra se cubre con deyecciones semejantes á torres, que tienen una cavidad central.

Todas las noticias que he podido reunir á este respecto demuestran que los gu-

sanos ejecutan un trabajo considerable llevando tierra fina á la superficie en la mayor parte de las comarcas del mundo, si no en todas y bajo climas diferentes.

II. CANTIDAD DE TIERRA FINA LLEVADA POR LOS GUSANOS Á LA SUPERFICIE DE LA TIERRA.—Nuestro objeto principal, al dedicarnos á estas investigaciones, ha sido apreciar la cantidad de tierra que es llevada por los gusanos á la superficie, y que es esparcida en seguida por la lluvia ó por el viento. Se puede conseguir esto por medio de dos métodos; midiendo la velocidad con la cual son enterrados los objetos abandonados en el suelo, y más exactamente pesando la cantidad de tierra reunida en un tiempo dado.

Hé aquí los resultados de algunas observaciones. Cerca de Maer Hall, en el Staffordshire, han llevado y extendido los gusanos anualmente por la superficie del campo observado, una capa de tierra de un espesor medio de 0.22 de pulgada.

En otro campo, la capa anual ha sido de 0.21 de pulgada. El espesor de la capa varia naturalmente mucho con la naturaleza del suelo y las condiciones más ó ménos favorables en que se encuentran los gusanos. La accion de estos es bastante poderosa para trasformar absolutamente el aspecto de los campos más áridos. Las piedras más voluminosas se hunden poco á poco en el suelo, gracias á los agujeros practicados abajo de ellas y á la elevacion producida por las deyecciones acumuladas á los lados.

Hensen ha calculado que en un espacio medido debian existir 133,000 gusanos vivos por héctara, ó 53,767 por acre. El peso de esta cantidad de gusanos seria de 356 libras tomando un gramo como peso medio de un gusano. Segun el mismo autor, la tierra arrojada por cada gusano, seria de medio gramo por dia. Esta cifra me parece muy pequeña, teniendo en cuenta el peso de las deyecciones recogidas en el orificio de un agujero. Este peso llega algunas veces hasta á 4 onzas. El doctor King ha visto, cerca de Nice, que las deyecciones en forma de torre, producidas en un año sobre un acre, pesaban 14,58 toneladas.

Para mayor exactitud de lo que implícitamente puedo contar, una señora me ofreció recoger durante un año todas las deyecciones arrojadas sobre dos grandes cuadrados separados, cerca de Leith Hill Place, en el Surrey. La cantidad recogida fué menor que la arrojada por los gusanos, porque una gran parte de la tierra más fina es disuelta y arrastrada cuando las deyecciones son arrojadas durante las lluvias abundantes. Tambien se adhieren pequeñas porciones á los tallos de las yerbas vecinas, y se habria necesitado mucho tiempo para desprender cada uno de ellos. En un terreno arenoso, como en el ejemplo presente, las deyecciones se desmoronan cuando el tiempo es seco y de esta manera se han perdido con frecuencia partículas. La señora se ausentó accidentalmente por una ó dos semanas, y durante este tiempo las deyecciones deben haber sufrido una pérdida aún más grande por su exposicion á las intemperies. Estas pérdidas fueron compensadas sin embargo hasta cierto punto, porque se recogieron las deyecciones durante cuatro dias además del año en un cuadrado, y durante dos en el otro.

El 9 de Octubre de 1870, se escogió un ancho espacio de terraplen cubierto de césped, que habia sido cultivado durante algunos años. Este terreno estaba situado hácia el Sur y era cubierto por la sombra de los árboles durante una parte del dia. Habia sido formado, cuando ménos, un siglo ántes por una grande acumulacion de fragmentos, grandes y pequeños, de asperon mezclados con tierra arenosa y apilados al mismo nivel. Tal vez al principio fué protegido por el césped. Este terreno, á juzgar por el número de deyecciones, no era muy favorable para la existencia de los gusanos, en comparacion de los campos vecinos y de una tierra superior. Era sorprendente ver cómo se desarrollaban y vivian allí muchísimos gusanos, porque ahuecando un agujero en este terraplen, la tierra vegetal negra, con el césped, no tenia más que cuatro pulgadas de espesor y reposaba sobre una superficie compacta de suelo arenoso ligeramente colorido, con numerosos fragmentos de asperon. Antes de recoger las deyecciones, se juntaron cuidadosamente todas las que existian precedentemente. La última cosecha se hizo el 14 de Octubre de 1871. Las deyecciones se secaron por medio del fuego: pesaron exactamente 3 libras y media, lo que daba para un acre de tierra semejante 7,56 toneladas de tierra seca arrojada anualmente por los gusanos.

El segundo cuadrado se marcó en una pastiza abierta, á una altura de 700 piés próximamente sobre el nivel del mar, y situada á corta distancia de Leith Hill Towes. La superficie estaba cubierta con un césped corto y fino, y nunca habia sido tocado por la mano del hombre. El lugar escogido no parecia ser ni favorable ni desfavorable para los gusanos; pero he observado con frecuencia que las deyecciones son abundantes, especialmente sobre las pastizas, lo que puede atribuirse quizá á la pobreza del suelo. La tierra vegetal tenia de espesor en este lugar, de tres á cuatro pulgadas. Como este terreno estaba algo distante de la habitacion de la señora, las deyecciones no fueron recogidas á intervalos tan cortos como las del terraplen, y la pérdida de tierra fina durante el tiempo de lluvias debe haber sido más grande que en el primer caso. Además, las deyecciones eran más arenosas, yrecogiéndolas durante el tiempo seco, caian algunas veces en polvo, lo cual ocasionó una pérdida grande. Sin duda los gusanos llevaron á la superficie mucha más tierra de la que se recoigó. La última cosecha se hizo el 27 de Octubre de 1871, es decir, 367 dias despues que el cuadrado hubo sido marcado y desembarazado de todas las deyecciones preexistentes. Las deyecciones recogidas, despues de haberlas secado bien, pesaban 7.45 libras, lo que daba, para un acre de la misma especie de terreno, 16.1 toneladas de tierra seca arrojada anualmente.

Los gusanos viven principalmente en la tierra superficial que tiene de ordinario de 4 á 10 y aún 12 pulgadas de espesor; y esta tierra es la que pasa periódicamente por su cuerpo y es llevada á la superficie. Los gusanos, sin embargo, penetran algunas veces en el suelo á una profundidad mucho más grande, y de ésta llevan entónces la tierra: esta operacion se repite periódicamente durante

innumérables años. La capa superficial de tierra terminaría por tener, aunque con una lentitud más ó ménos grande, un espesor igual á la profundidad á la que penetran los gusanos, si no obraran otras influencias contrarias que tienden á llevar á un nivel más bajo, una parte de la tierra fina trasportada continuamente á la superficie. Por tanto, el suelo aumenta realmente de espesor, aunque en débil grado, por la accion de los gusanos; pero su trabajo principal es separar las partículas más finas de las más gruesas, mezclar todo con los restos vegetales y saturarlo con sus secreciones intestinales.

Cuando se considera el tapamiento de los pequeños objetos, y el hundimiento de las grandes piedras abandonadas en la superficie de la tierra, la enorme cifra de gusanos que viven en una extension moderada de terreno, y el peso de las deyecciones arrojadas por el orificio de un solo agujero, así como el de las esparcidas en un tiempo conocido sobre un espacio medido, no se puede dudar que los gusanos desempeñan un papel importante en la naturaleza.

III.—DEL PAPEL QUE LOS GUSANOS DESEMPEÑAN EN EL TAPAMIENTO DE SUS ANTIGUAS CONSTRUCCIONES.—Los arqueólogos ignoran probablemente cuánto deben á los gusanos en la conservacion de los objetos antiguos. Las piezas, los adornos de oro, los instrumentos de piedra, etc., abandonados en la superficie del suelo, son cubiertos irremisiblemente en pocos años por las deyecciones de los gusanos, y así serán preservados seguramente hasta el momento en que la tierra es removida. No solamente los objetos aislados están en este caso; el pavimento y los restos de muchas construcciones antiguas, han sido cubiertas completamente, en Inglaterra, por la accion de los gusanos, y solo casualmente se les ha descubierto en estos últimos tiempos.

No nos referimos aquí á las enormes capas de escombros, de varios metros de espesor, sobre las cuales reposan muchas ciudades, tales como Roma, Paris y Londres, y cuyas bases son antiquísimas; éstas no son de ninguna manera obra de los gusanos. Si consideramos la cantidad de materia llevada diariamente á una gran ciudad para la construccion de las casas, el calentamiento, los vestidos y el alimento, y la cantidad relativamente pequeña que se acarrea antiguamente, cuando los caminos estaban en mal estado, y cuando no se recogia el lodo, estaremos de acuerdo con Elie de Beaumont que decia á este respecto: “Para un carro de materiales que sale, se hacen entrar cien.” No podemos despreciar los efectos del fuego, la demolicion de los viejos edificios, y el trasporte de los escombros en el espacio libre más cercano.

Abadía de Beaulieu, Hampshire.—Esta abadía fué destruida por Enrique VIII, y no queda actualmente mas que una porcion del muro de la pequeña nave del Sur. Créese que el rey hizo quitar la mayor parte de las piedras para construir un castillo; pero lo cierto es que fueron quitadas. Hace poco tiempo que se reconoció la posicion del *transept* gracias al descubrimiento de los cimientos, y el lugar está marcado ahora con piedras colocadas en el suelo. En el punto en

que estaba situada antiguamente la abadía, se extiende ahora una superficie cubierta de césped semejante al resto del campo. El custodio que es un viejo de una edad muy avanzada, dice que la superficie no estaba anteriormente nivelada. En 1853, mandó el duque de Buccleuch que ahuecasen tres agujeros en el césped, á algunos metros uno del otro, y en la extremidad occidental de la nave; así se descubrió el antiguo pavimento en taracéa de la abadía. Estos agujeros se rodearon despues de mampostería, y se protegieron con trapas á fin de preservar el pavimento, y de examinarlo con cuidado. Cuando mi hijo William observó el lugar, el 5 de Enero de 1872, encontró que el pavimento, en los tres agujeros, se hallaba á profundidades de $6\frac{3}{4}$, 10 y $11\frac{1}{2}$ pulgadas bajo de la superficie vecina, cubierta de césped. El antiguo guarda le aseguró que con frecuencia se vió obligado á quitar las deyecciones de los gusanos del pavimento, y que así lo habia hecho seis meses ántes. Mi hijo reunió todas las de uno de los agujeros cuya superficie era de 5.32 piés cuadrados: pesaban 7.97 onzas. Suponiendo que esta cantidad se hubiera acumulado en seis meses, la acumulacion en un año sobre una yarda cuadrada, 91 centímetros cúbicos, habria sido de 1.68 libras. Esta cifra, aunque considerable, es corta relativamente á la que es arrojada frecuentemente en los campos y en los pastos. Cuando visité la abadía, el 22 de Junio de 1877 me dijo el anciano que habia limpiado los agujeros un mes ántes; pero despues fué arrojada una buena cantidad de deyecciones. Sospecho que él se imaginaba limpiar los pavimentos con más frecuencia de lo que lo hacia en realidad, porque las condiciones, bajo varias relaciones, eran muy desfavorables para la acumulacion de una cantidad aún moderada de deyecciones. Los ladrillos, bastante anchos, tenian $5\frac{1}{2}$ pulgadas cuadradas, y la argamasa que les unia estaba intacta en muchos lugares, de manera que los gusanos no podian llevar la tierra de abajo mas que por ciertos puntos. Los ladrillos estaban sobre una capa de cemento, y las deyecciones consistian, en parte (en la proporcion de 19 á 33), en partículas de argamasa, granos de arena y en pequeños fragmentos de roca, de ladrillo ó adobe; tales sustancias no podian ser agradables y ménos nutritivas para los gusanos.

Mi hijo hizo varios agujeros en diversos lugares en el interior de la abadía á la distancia de algunas varas de los cuadrados construidos y que hemos descrito. No encontró ladrillos, aunque se sabe que existen, pero llegó en uno de los agujeros al hormigon sobre el cual habian reposado antiguamente dichos ladrillos. La tierra fina, bajo el césped y sobre las paredes de los agujeros, variaba de espesor de 2 á $2\frac{3}{4}$ de pulgada y reposaba sobre una capa de $8\frac{3}{4}$ á 11 pulgadas de espesor, formada de fragmentos de argamasa y de restos de piedras con los intersticios llenos por una tierra negra y compacta. En el campo próximo, á la distancia de 20 yardas de la abadía, la fina tierra vegetal tenia 11 pulgadas de espesor.

Por estos hechos podemos decir que cuando se destruyó la abadía y se quita-

ron las piedras, quedó sobre toda la superficie una capa de escombros, y que tan luego como los gusanos pudieron atravesar el cimiento descompuesto y penetrar por entre los ladrillos llenaron lentamente los intersticios de los escombros superiores con sus deyecciones, las cuales se acumularon más tarde sobre toda la superficie con un espesor de cerca de 3 pulgadas. Si agregamos á esta última cantidad la tierra que se encuentra entre los fragmentos de piedras, encontramos que 5 ó 6 pulgadas de tierra han debido ser llevadas de abajo de la capa formada por el hormigon y los ladrillos. Estos han descendido casi la misma cantidad. La base de las columnas de las naves laterales está ahora enterrada bajo el césped y la tierra. No es probable que hayan sido minadas por los gusanos, porque sus fundamentos se colocaron sin duda á una profundidad considerable. Si ellas no han descendido, las piedras de que están construidas las columnas han debido ser elevadas á un nivel más bajo que el antiguo pavimento.

Muchas observaciones minuciosas y prolongadas me han convencido de que los gusanos han desempeñado un papel considerable en el recubrimiento y la desaparicion de las antiguas construcciones romanas ó inglesas; pero no hay duda de que la denudacion del suelo sobre las tierras vecinas más elevadas y el depósito de polvo, han ayudado igualmente bastante al trabajo del recubrimiento. El polvo ha podido acumularse por todas partes donde los antiguos muros tirados se elevaban sobre la superficie entónces existente y proporcionaban así algun abrigo. El pavimento de las salas y de los corredores antiguos, generalmente se ha hundido en parte á causa del aplanamiento del suelo, pero principalmente á causa del trabajo subterráneo de los gusanos, y el hundimiento ha sido más grande en medio que cerca de los muros. Cuando los fundamentos de éstos no estaban á gran profundidad, han sido minados por los gusanos y se han hundido por consecuencia. El desigual hundimiento así producido, origina probablemente las grandes hendiduras que se ven en muchos muros antiguos, así como su inclinacion sobre la perpendicular.

IV.—LA ACCION DE LOS GUSANOS EN LA DENUDACION DE LA TIERRA.—Nadie duda que antiguamente nuestro mundo estuvo compuesto de rocas cristalinas, y que á su desagregacion bajo la accion del aire, del agua, de los cambios de temperatura, de las corrientes de agua, de las olas del mar, de los temblores de tierra y de las erupciones volcánicas, debemos nuestras formaciones sedimentarias: éstas, solidificadas y algunas veces cristalizadas, han sido desagregadas frecuentemente de nuevo. Entiéndese por denudacion el transporte de esta materia desagregada á un nivel superior.

En todos los países húmedos, áun moderadamente, los gusanos ayudan á la obra de la denudacion de varias maneras. La tierra vegetal ha pasado toda varias veces por su cuerpo. Esta tierra no difiere de la que se encuentra abajo sino por su color oscuro, y porque no contiene fragmentos de piedra —que existen en la tierra subyacente— más gruesos de los que pueden pasar por el canal alimen-

ticio de los gusanos. El color oscuro del terreno es debido evidentemente á la presencia de organismos descompuestos, aunque sin embargo en pequeña proporción; en los pastos más antiguos no hay un gran exceso de esta materia, á pesar de la continua descomposición de las raíces y de los tallos subterráneos y de la adición eventual del estiércol. Su desaparición es debida sin duda en gran parte á sus elevaciones repetidas en la superficie de las deyecciones de los gusanos.

Por otra parte, los gusanos agregan á la materia orgánica del suelo un número admirable de hojas semi-descompuestas que arrojan en sus agujeros á una profundidad de dos á tres pulgadas. Esta operación da á la tierra vegetal su color oscuro uniforme.

Los diferentes ácidos del humus que perecen engendrados, como hemos visto, en el cuerpo de los gusanos durante la operación de la digestión y sus sales ácidas, desempeñan un papel importante en la desagregación de las diferentes especies de rocas. La combinación de un ácido y una base se facilita mucho por la agitación; esta condición se realiza perfectamente por las partículas de piedra y tierra en los intestinos de los gusanos durante la deyección, y es preciso recordar que la masa toda de mantillo de un campo pasa en pocos años por sus canales alimenticios. La materia así desagregada va á unirse sin cesar al suelo ya formado.

Como los gusanos tapizan sus agujeros con sus deyecciones y como estos agujeros penetran á una profundidad que excede á 6 pies, una pequeña cantidad de los ácidos del humus, obra sobre las rocas subyacentes. El espesor del suelo tiende á aumentar de esta manera, lenta, pero continua; mas en un momento dado, la misma acumulación detiene la desagregación de las rocas. En efecto, los ácidos del humus son engendrados sobre todo en la capa superior de tierra vegetal, y como son muy inestables se descomponen antes de llegar á una gran profundidad. Además, una capa espesa de suelo impide la acción del frío y el libre acceso del aire.

No solamente los gusanos ayudan indirectamente á la descomposición química de las rocas, sino que hay razones para creer que obran también de una manera directa y mecánica sobre las partículas más pequeñas, que sufren en el buche una trituración y un deterioro, gracias á los cuales se reducen á polvo fino. Esta trituración es más importante bajo el punto de vista geológico de lo que parece, porque M. Sorby ha demostrado claramente que los medios ordinarios de desagregación, es decir, el agua corriente y las olas del mar, obran con tanta menos fuerza sobre los fragmentos de roca cuanto más pequeños son éstos. No olvidemos, considerando la fuerza que los gusanos ejercen triturando las partículas de las rocas, que se ha probado satisfactoriamente que sobre cada acre de tierra suficientemente húmeda y no muy arenosa ó rocallosa para que los gusanos puedan establecerse allí, pasa anualmente por su cuerpo un peso de más de diez toneladas de tierra que es transportada á la superficie. Para un país de la extensión de la Gran Bretaña y para un período moderadamente largo en el sentido geológico,

tal como un millón de años, el resultado no puede ser insignificante. Las diez toneladas de tierra deben multiplicarse desde luego por el número de años mencionado, y después por el número de acres ocupados por los gusanos. Se ha calculado en más de 32 millones de acres la tierra cultivada y favorable para su existencia en Inglaterra y en Escocia.

Estudiando la denudación de la tierra, me ha parecido por mucho tiempo, como á otros individuos, que una superficie plana ó ligeramente inclinada, cubierta de césped, no podía sufrir ninguna pérdida, aun durante un largo espacio de tiempo. La acción de los gusanos sin embargo hace que esto sea posible. Las deyecciones numerosas arrojadas durante la lluvia ó poco tiempo ántes, recorren una corta distancia sobre una superficie inclinada. Además, una gran parte de la tierra, finamente pulverizada, se disuelve lentamente. Durante un tiempo seco, las deyecciones se dividen en pequeñas bolas que ruedan con frecuencia por su peso á lo largo de las pendientes. Esto debe suceder sobre todo cuando son empujadas por el viento, ó cuando algún animal, por pequeño que sea, choca con ellas. Un viento fuerte se lleva consigo á las deyecciones que encuentra á su paso, aun sobre un campo plano, cuando éstas están blandas: sucede lo mismo con las bolitas cuando están secas. Si el viento sopla en la dirección de una superficie inclinada, el descenso de las deyecciones es facilitado.

Las deyecciones son blandas y viscosas cuando acaban de ser arrojadas: durante las lluvias, en el momento en que los gusanos parecen arrojarlas de preferencia, son aún más blandas, lo cual me hace creer que los gusanos deben tragar entonces mucha agua. De todos modos, la lluvia, aun cuando no sea muy fuerte, hace, si dura mucho tiempo, á las deyecciones recientes semifluidas: sobre un terreno plano se extienden entonces bajo forma de discos delgados, circulares y planos, exactamente como lo harían la miel ó la argamasa muy blandas, perdiendo toda traza de su estructura vermiforme.

Mi hijo Georges, investigando cuál era la cantidad de tierra arrojada que rodaba anualmente sobre una pendiente média de $9^{\circ}26'$, encontró que el tercio de la cantidad total llevada á la superficie descendía á lo largo de la pendiente. Teniendo en cuenta este dato del peso de tierra llevada á la superficie, se encuentra que siete libras de dicha tierra recorren anualmente una línea de cien yardas de longitud sobre una pendiente que tenga la inclinación mencionada. Esta cantidad es pequeña, pero debemos tener presente que numerosos valles cruzan la mayor parte de los países, y que la tierra desciende necesariamente á lo largo de sus vertientes. Cada cien yardas de longitud, en un valle con la pendiente indicada ya, reciben anualmente 480 pulgadas cúbicas de tierra que pesan más 27 libras, y que depositándose en el fondo de dicho valle, formará con el curso de los siglos una capa espesa de aluvion.

V.—CONCLUSION.—Los gusanos han desempeñado en la historia del mundo un papel más importante de lo que creen á primera vista la mayor parte de las gen-

tes. En casi todos los países húmedos son extraordinariamente numerosos, y poseen, teniendo en cuenta su tamaño, una gran fuerza muscular. En varias partes de Inglaterra pasa anualmente por su cuerpo un peso de más de diez toneladas de tierra seca, de manera que toda la capa superficial de tierra vegetal pasa por su cuerpo en pocos años. Gracias al hundimiento de los agujeros antiguos, la tierra ejecuta un movimiento lento pero constante, y las partículas que le componen se frotan de esta manera unas con otras. Por estos medios, nuevas superficies están continuamente expuestas á la acción del ácido carbónico en el suelo y de los ácidos del humus, los cuales parecen obrar más enérgicamente aún en la descomposición de las rocas. La producción de los ácidos del humus es activada probablemente durante la digestión de las numerosas hojas semi-descompuestas que consumen los gusanos. Así, las partículas de tierra que forman la capa superficial, están sometidas á condiciones eminentemente favorables para su descomposición y desagregación. Además, las partículas de las rocas más blandas sufren cierto grado de trituración mecánica en el buche musculoso de los gusanos, en el cual obran como muelas las piedrecitas contenidas en él.

Las deyecciones finamente pulverizadas, cuando son arrojadas á la superficie en un estado de humedad, ruedan durante el tiempo de lluvias á lo largo de las suaves pendientes; las partículas más pequeñas son arrastradas á gran distancia por las mismas aguas, sobre una superficie poco inclinada. Cuando las deyecciones están secas, se dividen con frecuencia en pequeños granos redondos que pueden rodar á lo largo de todas las superficies en pendiente.

Cuando el terreno es plano y está cubierto de yerbas, y cuando el clima es húmedo y el viento levanta poco polvo, parece imposible que pueda haber alguna denudación aérea. Sin embargo, las deyecciones de los gusanos son arrastradas en una dirección uniforme, sobre todo cuando son húmedas y viscosas, por los vientos dominantes que son acompañados de lluvia. Estas diferentes causas se oponen á que la tierra superficial se acumule sobre un gran espesor, y una capa espesa de ésta detiene de varias maneras la desagregación de las rocas y de los fragmentos subyacentes de éstas.

El transporte de las deyecciones de los gusanos, por los medios citados, conduce á resultados que distan mucho de ser insignificantes. Se ha visto que en muchos lugares, es llevada anualmente á la superficie una capa de tierra de un espesor de $\frac{1}{8}$ de pulgada por acre; y si una pequeña porción de esta capa rueda ó es arrastrada, aún á corta distancia, sobre todas las superficies inclinadas, ó sufre repetidas veces la acción del viento en una misma dirección, el efecto con el curso de los años será considerable. Se ha encontrado por las medidas y el cálculo que, sobre una superficie que tuviera una inclinación media de $9^{\circ}26'$, 2,4 pulgadas cúbicas de tierra arrojada por los gusanos, recorrerían una línea horizontal de una yarda de longitud; de manera que 240 pulgadas cúbicas recorrerían una línea de 100 yardas. Esta última masa, al estado húmedo, pesaría 11 libras y

media. De esta manera desciende continuamente un peso considerable de tierra á lo largo de las dos pendientes de cada valle, hasta que por último llega al fondo; y de ahí es trasportada por las corrientes de agua de los valles al Océano, al gran receptáculo de toda materia que proviene de la denudacion de la tierra. Se sabe, por la cantidad de sedimento derramado anualmente en el mar por el Misisipí, que su enorme superficie secante debe bajar; por término medio, 0,00263 de pulgada por año, y esto bastaria para que en cuatro millones y medio de años toda la superficie mencionada bajase al nivel del mar. Así pues, si una pequeña fraccion de la capa de tierra fina, de 0,2 de pulgada de espesor, que los gusanos llevan anualmente á la superficie, es trasportada á gran distancia, deben resultar necesariamente grandes efectos durante un período de los que no parecen demasiado largos para los geólogos.

Los arqueólogos deben mucho á los gusanos, que protegen y conservan, durante un período infinitamente largo, todos los objetos no susceptibles de descomponerse y que caen á la superficie de la tierra, enterrándolos bajo sus deyecciones. De esta manera es como tambien se han preservado muchos pavimentos elegantes en mosaico y otros restos antiguos, aunque sin duda en estos diferentes casos los gusanos hayan sido ayudados por el acarreo de los campos cercanos, especialmente de los cultivados por el viento ó el agua. Sin embargo, los antiguos pavimentos en mosaico con frecuencia han sufrido un desigual hundimiento, debido al desigual trabajo subterráneo de los gusanos. Los antiguos muros macizos aún pueden ser minados y hundidos; ninguna construccion está exenta de esto, si las fundaciones no están á seis ó siete piés de la superficie, es decir, á una profundidad en la que los gusanos no pueden trabajar. Probablemente muchos monolitos y ciertos muros antiguos fueron derribados por haber sido minados por los gusanos.

Los gusanos preparan el suelo de una manera excelente para el desarrollo de las plantas de raíces fibrosas y para toda especie de semillas. Exponen periódicamente la tierra al aire y la renuevan de tal manera que no pueden quedar ahí piedras más grandes que las que pueden tragar. Mezclan todo íntimamente, como un jardinero que prepara el suelo para sus plantas escogidas. Así trabajado éste, es propio para retener la humedad y para absorber todas las sustancias solubles, así como para la operacion de la nitrificacion. Los huesos de los animales, las partes duras de los insectos, las conchas de los moluscos terrestres, las hojas, las vardascas, etc., son enterrados en poco tiempo bajo las deyecciones acumuladas de los gusanos, y quedan enterrados de esta manera en un estado de descomposicion más ó ménos avanzado, al alcance de las raíces de las plantas. Los gusanos arrojan igualmente á sus agujeros un número infinito de hojas secas y otros restos de plantas, en parte para tapar sus agujeros, y en parte como alimento.

Las hojas que sirven para este uso, despues de haber sido divididas en fragmentos, parcialmente digeridas y saturadas con las secreciones intestinales y uri-

narias, son mezcladas á una gran cantidad de tierra. Ésta forma el humus rico y de color negruzco que cubre casi la superficie de la tierra de una capa ó cubierta bastante marcada. Von Hensen colocó dos gusanos en un vaso de 18 pulgadas de diámetro, lleno de arena, sobre el cual extendió algunas hojas secas; éstas fueron arrastradas bien pronto á los agujeros hasta una profundidad de 3 pulgadas. Después de seis semanas próximamente, fué convertida en humus una capa casi uniforme de arena de un centímetro de espesor, después de haber pasado por los canales alimenticios de estos dos gusanos. Algunas personas creen que los agujeros de los gusanos que penetran casi perpendicularmente en el suelo hasta una profundidad de 5 ó 6 piés, ayudan esencialmente la infiltración; es preciso no olvidar sin embargo que las deyecciones viscosas amontonadas sobre el orificio de los agujeros impiden por completo ó en parte la introducción directa del agua de lluvia en sus agujeros. Éstos facilitan la llegada del aire á gran profundidad en el suelo. Facilitan también mucho la penetración de las raíces de un grosor moderado que se alimentan con el humus de que están revestidos los agujeros; otras, enterradas á una profundidad considerable bajo las deyecciones acumuladas, permanecen ahí hasta que por un accidente son descubiertas, y comienzan á germinar.

Los gusanos están provistos imperfectamente de los órganos de los sentidos, porque no se puede decir que ven; todo lo que pueden distinguir es la sombra y la luz; son completamente sordos, y poseen un olfato muy débil; solo el sentido del tacto es bastante desarrollado. Poco es lo que aprenden del mundo exterior, y sorprende que desplieguen alguna habilidad tapizando sus agujeros con las deyecciones y hojas, y, en algunas especies, levantando sus construcciones en forma de torres. Es mucho más sorprendente aún que muestren aparentemente cierto grado de inteligencia, en vez de una impulsión puramente á ciegas é instintiva, en su manera de tapar el orificio de sus agujeros. Obran casi de la misma manera que un hombre que tuviera que cerrar un tubo cilíndrico con diferentes especies de hojas, peciolos, triángulos de papel, etc., porque toman comunmente estos objetos por sus extremidades puntiagudas. Para los objetos delgados, sin embargo, cierto número son arrojados por su extremidad más ancha. No obran de una manera invariable en todos los casos, como lo hacen la mayor parte de los animales inferiores; así, no arrojan las hojas por su cola, á ménos que la base del limbo no sea tan estrecha ó más angosta que el vértice.

Cuando dirigimos la vista sobre un ancho espacio cubierto de césped, debemos recordar que la igualdad de su superficie, de donde depende en gran parte su belleza, es debida sobre todo á que todas sus desigualdades han sido lentamente niveladas por los gusanos. Es curioso pensar que toda la tierra superficial que cubre este espacio ha pasado y pasará de nuevo, en el curso de pocos años, por el cuerpo de los gusanos. El arado es una de las más antiguas y preciosas invenciones del hombre; pero mucho tiempo ántes que existiera, la tierra era removida

regularmente, y continúa siéndolo por los gusanos. Dudamos que haya otros animales que hayan desempeñado, en la historia del mundo, un papel tan importante como el que han desempeñado estos seres tan inferiores por su organizacion. Algunos animales, sin embargo, de una organizacion más baja aún, han ejecutado un trabajo mucho más notable construyendo arrecifes é islas numerosísimas en el seno de los extensísimos océanos; pero su trabajo está confinado en la zona tropical.—CHARLES DARWIN.

(Traducido de *La Revue Scientifique*, núm. 3.—1882.)
