
EL VALOR DE LA INVESTIGACIÓN EN LA EDUCACIÓN UNIVERSITARIA*

Charles MacVean
Laboratorio de Entomología Aplicada, Instituto de Investigaciones

Buenas tardes a todos. Quisiera agradecer a las autoridades de la Universidad la invitación para impartir esta charla inaugural. Es realmente un honor poder dirigirme a todos ustedes miembros de nuestra comunidad académica, y ser parte de un reconocimiento para un miembro querido de esta comunidad como lo es el Profesor Orlando Falla.

Seré muy pragmático y puntual con mis comentarios de hoy, que giran en torno al tema de lo que la investigación puede contribuir al desarrollo intelectual de ustedes los estudiantes. Escogí este tema porque tradicionalmente en muchas universidades no se incluye la investigación como un componente educativo en la formación universitaria, sobre todo a nivel de Licenciatura o B.S., cuando en realidad puede y, creo yo, debe de ser un ingrediente clave en su educación. En esta universidad hay oportunidades que ustedes deben conocer y aprovechar para enriquecer su carrera universitaria desde los primeros años.

Partiré de unas afirmaciones que se incluyen en la Misión del Instituto de Investigaciones de esta Universidad. Creo que ustedes ya recibieron cierta información sobre la existencia de un Instituto de Investigaciones acá, como parte de la bienvenida a los estudiantes de primer año. Tal vez recuerdan que es la unidad que coordina y fomenta la investigación en nuestra universidad. Entre los objetivos del Instituto, el documento de la Misión dice así: "Se busca resaltar el papel que la investigación universitaria puede jugar como herramienta y recurso docente, formando profesionales más versátiles, más dispuestos y aptos a trabajar en equipos, y más innovadores que antes." Luego se explica en qué está basado este objetivo, y la Misión dice así: "Aunque la mayor parte de la actividad del Instituto está dedicada a generar conocimiento científico y tecnológico, la participación directa de estudiantes en esta actividad es un proceso formador de destrezas y actitudes que produce no sólo conocimiento, sino nuevos profesionales con la capacidad de adquirir, interpretar, aplicar y analizar información nueva, es decir personas con pensamiento científico."

Entonces, con esta base, deseo ilustrar concretamente algunas de estas funciones de la investigación, las funciones educativas de la investigación, utilizando ejemplos específicos de trabajos realizados por estudiantes en el Instituto de Investigaciones. Les ilustraré tres componentes del desarrollo académico de un estudiante, que considero claves para alcanzar cierta madurez intelectual y profesional, y que se logran con la ayuda de la investigación. Plantearé los tres componentes como premisas, para luego desarrollar los argumentos que las sustentan por medio de los ejemplos.

1. La primera premisa es que para llegar a ser un profesional exitoso, es esencial que el estudiante sea y tome conciencia de su identidad como miembro activo de una comunidad de personas que generan información nueva;

2. La segunda premisa señala que la respuesta esperada o deseada no siempre es la respuesta correcta, y no encontrar la respuesta deseada no significa un fracaso;

3. Y la tercera plantea que es necesario aprender a cuestionar lo establecido, las verdades establecidas, utilizando evidencia y argumentos objetivos.

Para ilustrar estos conceptos, utilizaré los casos que mejor conozco y que mejor puedo compartir con ustedes, que son los de mis propios estudiantes trabajando en proyectos dentro de mi área profesional, es decir la entomología y la ecología agrícola. Pero, quiero dejar claro que éstos son sólo algunos ejemplos, y que existen muchos otros proyectos con otra temática en los que trabajan estudiantes aquí en la Universidad del Valle.

La primera premisa tiene relación con un riesgo que creo existe en la docencia tradicional, el de establecer una relación estática entre el estudiante y la letra muerta del material que estudia en los textos, revistas y demás material didáctico. Por muy necesario que sea aprender, e incluso memorizar,

*Lección Inaugural, Auditorium del Centro de Enseñanza, 29 de enero de 2001

mucho material básico de los textos, existe el riesgo que el estudiante adopte un papel y actitud de receptor únicamente, y que no descubra su capacidad de generar y transmitir pensamiento propio. Esto crea una actitud pasiva de espectador, de alguien que se limita a contemplar y a repetir lo que los expertos generan. Creo que todos estaríamos de acuerdo en que éste es un resultado incompleto, y el reto que tenemos es despertar la curiosidad y la confianza del individuo por generar información nueva, del mismo calibre que la información que contienen los textos que estudia. Lo que deseamos es formar individuos que sean actores a la vez que buenos espectadores, y esto requiere de experiencias personales que le demuestren al estudiante que es capaz de ser generador de conocimiento. Entre las diferentes estrategias que existen para este fin, el trabajo del estudiante que hace investigación como miembro de un equipo profesional es una de las más ricas que existen en nuestro campus.

Voy a usar unas diapositivas y les ruego que se transporten por un rato a contemplar asuntos que tal vez les parezcan un poco esotéricos o raros en el mundo de los insectos y las plantas. El propósito de estas figuras y gráficas no es que ustedes comprendan todos los detalles biológicos o agrícolas que se estudian en estos casos, sino que lleguemos a una conclusión general de cómo estos proyectos han ayudado a formar destrezas y confianza en el estudiante.

Como les decía, estos son ejemplos tomados de proyectos de investigación en que estudiantes han participado como miembros activos de un equipo de investigación. El primero tiene que ver con los insectos llamados nijj (idioma A'Ch'í) en Guatemala (insectos escama, Figura 1), que de acuerdo a tradiciones Mayas son recolectados en el área de



Figura 1. Insectos "nijj" (*Llaveia arita*) con dimorfismo sexual marcado: la hembra es globosa, sin alas, recubierta de una cera blanca polvorienta, el macho con apariencia de una mosquita anaranjada y negro, con alas. La hembra mide aprox. 25 mm de largo.



Figura 2. Extracto crudo de la grasa corporal de las hembras nijj. El proceso tradicional, de origen precolombino, consiste en batir y separar la grasa que luego purificada se utiliza como laca decorativa.



Figura 3. Chinchines y alcancias de Rabinal, Baja Verapaz, elaboradas con frutos de morro laqueados con grasa nijj y hollín (pigmento negro).

Rabinal, Baja Verapaz, y procesados para obtener de su cuerpo una grasa corporal—la grasa que ustedes ven aquí, extraída de miles de estos insectos (Figura 2). Después de ser separada de las otras sustancias y estructuras de los insectos, esta grasa purificada es utilizada como una laca tradicional. Ustedes la conocen pero no sabían que provenía de estos insectos. La conocen en las jícaras, chinchines y guacales que se venden en el país sobre todo para Navidad (Figura 3). El acabado lustroso es producto de la grasa de los insectos.

En una etapa temprana del estudio de estos insectos, una de mis estudiantes (González, 1994) se dedicó a la tarea de establecer una relación entre el tamaño de las hembras y su capacidad reproductiva. Esto fue necesario para desarrollar fórmulas y conocimiento para sustentar una crianza intensificada de estos insectos para el desarrollo de una industria artesanal. Parte del fundamento para una crianza mejorada es comprender el nivel de reproducción, o sea la capacidad reproductiva que tienen las hembras.

Y en entomología es un concepto muy bien establecido que para muchos insectos el peso corporal de las hembras guarda una estrecha relación con su fecundidad. Dicho de otra manera, las hembras más "gorditas" ponen más huevos. Sin embargo, para insectos niij nunca se había determinado ni especificado esta relación y por eso era valioso incorporarlo a un trabajo de tesis. La estudiante, a pesar de conocer la literatura, y a pesar de saber que esta relación existía, realmente dudaba mucho si en su investigación iba a encontrar algo que valiera la pena.

Lo que ella encontró se resume acá (Figura 4); después de un largo trabajo de pesar muchas hembras y determinar cuántos huevos ponían, a lo largo de varios meses de contar individualmente todos esos huevecillos, ella entró un día al laboratorio con su resultado graficado, muy ilusionada y muy sorprendida de haber encontrado una excelente relación entre el peso de la hembra y su fecundidad. Lo que creo que esto significa para ustedes, estudiantes, y para quienes los asesoramos, es que aunque algo ya se conozca en términos generales en la ciencia, en la literatura y en los textos, el descubrir una instancia nueva por cuenta propia es una experiencia de mucho valor personal. Creo que en las etapas tempranas de formación, lo importante es darle al estudiante oportunidades de hacer descubrimientos novedosos pero relativamente fáciles, a fin de contagiar una sensación de éxito. Para esta estudiante, descubrir la relación peso-fecundidad fue sensacional y le creó muchísima confianza en sí misma porque podía aportar datos tan buenos como cualesquiera que aparecieran en publicaciones

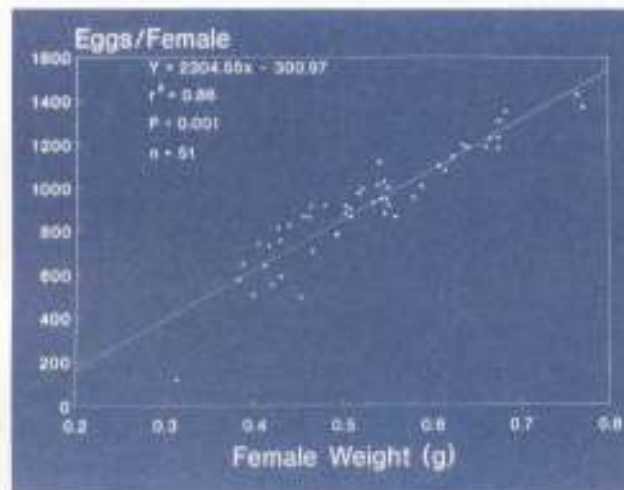


Figura 4. Relación entre el número de huevecillos producidos por hembras niij y su peso corporal; fue demostrada por primera vez para insectos niij en el trabajo de tesis de una estudiante en el Instituto de Investigaciones de la UVG.

profesionales. Resumido de otra manera, les diría que en la búsqueda del éxito profesional no hay nada más motivante que experimentar un poco de éxito en el camino.

La segunda premisa es que la respuesta deseada o la respuesta esperada no siempre es la correcta. No descubrir lo esperado no significa un fracaso o un error. Esto lo presento aquí porque demasiadas veces el estudiante cree que la única opción válida para responder a una pregunta es confirmar lo que ya le han dicho, lo que se espera, y si no confirma la respuesta esperada, está fracasando. Claro está que hay información establecida y validada, una herencia de hechos confirmados, que debemos aprender tal y como es. Pero, a la vez, hay momentos en que tropezar con algo que no encaja con lo esperado es muy valioso. De lo contrario, el conocimiento tendría grandes limitaciones para incrementarse. Aquí les presento un ejemplo que tiene que ver con el cultivo del café y con el trabajo de un estudiante para evaluar métodos de control para una plaga del cultivo. Existen unos pequeños invertebrados, los nemátodos (Figura 5), que atacan las raíces de la planta y que pueden dañar el crecimiento y la productividad del cultivo. Este estudiante (Herrera, 1993) dedicó su tesis a estudiar unas plantas con efectos nematocidas, conocidas como "flor de muerto" (Figura 6), para determinar su efecto sobre las poblaciones de los nemátodos de café. Está muy bien establecido en la literatura que estas plantas liberan de sus raíces sustancias nematocidas que matan o impiden la reproducción de nemátodos en el suelo. Pero en la caficultura de Guatemala no se había contemplado la posibilidad de usar la flor de muerto como método de control de nemátodos. Ahora, aquí el resultado esperado, a todas luces, era que se encontrara alguna mortandad de nemátodos. El estudiante decía: "¿Por qué voy a hacer esto si ya se sabe?" Pero luego de sembrar la flor de muerto alrededor de cafetos, con

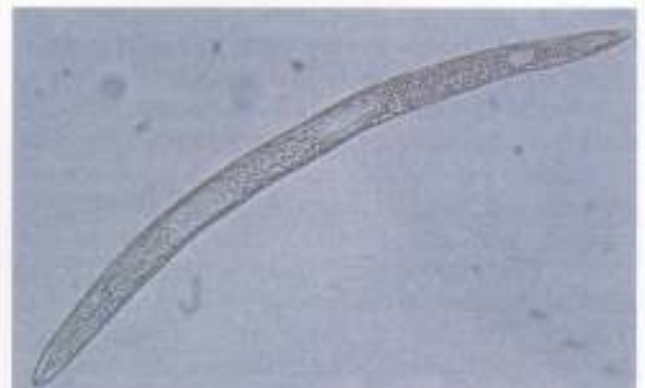


Figura 5. Vista microscópica de un nemátodo fitoparasítico, *Pratylenchus affinis*; los estiletes bucales (extremo inferior, izquierdo) le permiten penetrar las raíces del café.



Figura 6. Flor de muerto (*Tagetes lucida*, flores anaranjadas) alrededor de plantas de café. Las raíces de la flor de muerto exudan sustancias que son nocivas para los nemátodos fitoparásitos, efecto que fue comprobado por un trabajo de tesis.

un historial de ataques de nemátodos de varios años, el resultado no fue ese, y más bien no hubo ningún efecto de la flor de muerto sobre las poblaciones de nemátodos. Esto condujo a reflexionar acerca de por qué no se había cumplido lo esperado, y lo que el estudiante hizo fue experimentar un poco más y probar la siembra de la flor de muerto con plantas jóvenes de café, a diferencia de las más antiguas y establecidas del primer experimento. Aquí el efecto de la flor de muerto fue significativo y causó una reducción medible en los nemátodos que atacaban las raíces jóvenes de café. Este resultado demostró para el estudiante y para todos los miembros del proyecto que los efectos "esperados" se cumplían sólo en las etapas tempranas del desarrollo de los cafetos y de establecimiento de las poblaciones de nemátodos. Entonces, el resultado negativo de la primera fase, lejos de ser un fracaso, fue sumamente importante porque condujo a una mejor comprensión del fenómeno que se estaba estudiando y a mejores recomendaciones de cómo manejar la flor de muerto para control de nemátodos; al no tener el resultado esperado con cafetos establecidos, se pudo especificar la efectividad de la flor de muerto para cafetos jóvenes y evitar una recomendación errada e inefectiva para plantaciones más antiguas.

El último ejemplo también tiene que ver con café y es para ilustrar la tercera premisa, la cual plantea que en la formación intelectual de un universitario es muy importante desarrollar la destreza de cuestionar las verdades establecidas. En este ejemplo, se trata del estudio de un decaimiento letal en plantas de café (Figura 7); las plantas enfermas presentan



Figura 7. Síntomas del "Mal de Viñas" en cafetos: amarillamiento y pérdida de follaje, culminando en la muerte de la planta. El trabajo de una estudiante demostró que las plantas enfermas tienen mayores niveles de reservas energéticas pero aparentemente no las pueden utilizar.

decoloración y pérdida de su follaje, dejan de crecer y de producir grano y eventualmente se mueren. Este fenómeno, que en Guatemala se ha conocido como "Mal de Viñas" es muy parecido a un síndrome que se detectó en Kenya, Africa, a principios del siglo pasado. En ese entonces, un investigador británico en Africa propuso la explicación de que las plantas de café se defolaban y morían por un agotamiento de reservas energéticas, es decir, porque estaban consumiendo todos sus azúcares disponibles y quedándose energéticamente exhaustas. Este investigador hizo unos ensayos burdos que tendían a concordar con su hipótesis, y aunque nunca se sometió a una evaluación rigurosa y cuantitativa, esta explicación se adoptó como correcta, y por lo menos no fue cuestionada por más de 50 años. El síndrome se llegó a llamar "decaimiento por agotamiento de carbohidratos y sobreproducción" ya que muchas de las plantas que padecían el problema eran en un inicio plantas muy productivas. Aparentemente, morían por una sobreproducción de grano más allá de su capacidad energética.

Ante este panorama, acordamos con la estudiante de tesis (Tay de Pérez, 1993) someter a pruebas rigurosas la hipótesis de sobreproducción. El trabajo consistió en medir los niveles de distintos carbohidratos que la planta utiliza como fuentes de energía, que en el café son el almidón y los azúcares libres, ambos derivados de la glucosa que se produce por fotosíntesis en las hojas de la planta. Al comparar plantas sanas contra enfermas y medir los carbohidratos en todos los tejidos de la planta, lo que la estudiante descubrió fue completamente lo



Figura 8. Niveles de carbohidratos no estructurales (almidón, azúcares libres) en plantas sanas vs. enfermas con Mal de Viñas: La diferencia entre plantas sanas y enfermas es pequeña pero estadísticamente significativa.

contrario de lo establecido en la hipótesis de agotamiento. Las plantaciones de café con plantas enfermas mostraban consistentemente niveles *más altos* de azúcares y almidones que las sanas (Figura 8). La estudiante dudaba si había hecho correctamente los análisis, pero luego de revisar y rehacer los análisis el patrón se mantenía. Esto la llevó a concluir que la hipótesis de agotamiento de carbohidratos simplemente no era la correcta para el síndrome de Mal de Viñas en Guatemala y que de hecho se observaba una condición inversa en los niveles de azúcares. Hasta donde hemos podido determinar, las plantas enfermas, en vez de estar agotadas de carbohidratos, no los pueden utilizar efectivamente y por eso mantienen niveles más altos. Esto se debe a otros factores que impiden el metabolismo normal de las plantas, como el exceso de sol sobre el follaje y poca absorción de agua en las raíces.

Entonces, volviendo al valor educativo del trabajo, el haber hecho un ejercicio riguroso para evaluar la explicación establecida no sólo condujo a un conocimiento mejor del problema sino le demostró al estudiante que su trabajo y resultados eran tan buenos como para sustituir la explicación establecida. Es decir, el estudiante se convirtió en un actor legítimo (no sólo espectador) dentro del proceso de revisión y corrección del conocimiento objetivo, lo cual es la esencia del quehacer científico. Y de hecho, aunque no lo voy a elaborar mucho, lo que deseo transmitir es que si lo hacen de una manera rigurosa y responsable, es bueno cuestionar la autoridad en muchos aspectos de su vida: cuestionar lo que ustedes leen, lo que ustedes escuchan en círculos sociales y en sus propias clases. Cuestionar la autoridad es un rasgo de un profesional universitario, mientras lo hagan con

argumentos fehacientes, ética y responsabilidad.

Estos ejemplos muestran lo que pueden lograr los estudiantes que participan como miembros de un equipo de investigadores para realizar trabajos de tesis. Esta sólo es una modalidad de aprendizaje, ya que existen muchas otras. Por ejemplo, todos los estudiantes de primer año cursan Biología I, y un requisito de este curso es realizar un proyecto original de investigación, y luego exhibirlo en la Bioferia. Traten de aprovechar esa experiencia y no verla sólo como un requisito a cumplir, un paso más que dar para satisfacer su plan de estudios, sino ver la oportunidad que esto representa para ustedes para someter a prueba hipótesis novedosas, generar y analizar conocimiento nuevo.

Aparte de la investigación científica, también quiero reconocer brevemente que existen muchos otros mecanismos que fortalecen la docencia tradicional — por ejemplo, en las humanidades, la creación literaria, o la composición musical. Otro mecanismo que ustedes tienen disponible para participar activamente en la comunidad académica es la Revista de la Universidad del Valle de Guatemala. Esta revista tiene como uno de sus objetivos publicar trabajos de estudiantes, como pueden apreciar en el número 9 (febrero, 2000) que contiene trabajos de varios estudiantes de biología.

En conclusión, lo importante es crear y aprovechar oportunidades para trascender la docencia estática y pasiva, sobre todo en esta universidad que ofrece un ambiente rico en actividades de investigación original. Nosotros los profesores y asesores debemos buscar más vínculos entre los programas de estudio y los proyectos de investigación para incorporar aún más a los estudiantes. Y a ustedes los estudiantes les dejo la inquietud de no conformarse con una educación pasiva, sino de aprovechar las instancias que tienen para crecer en su desarrollo intelectual y personal para volverse auténticos generadores de conocimientos nuevos.

LITERATURA CITADA

- González, M. E. 1994. Tabla de vida del nij (*Llaveia* sp.) Homoptera: Margarodidae. Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad del Valle de Guatemala. 161 pp.
- Herrera, F. 1993. Control del nematodo *Pratylenchus coffeae* Filipjev 1936, de la raíz del cafeto mediante el cultivo acompañado de pericón (*Tagetes lucida* Cav.) y de flor de muerto (*Tagetes erecta* L.; Asteraceae). Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad del Valle de Guatemala. 86 pp.
- Tay de Pérez, K. 1993. Cuantificación de carbohidratos no estructurales y su relación con el "Mal de Viñas" del café (*Coffea arabica* L.). Tesis de Licenciatura en Bioquímica, Universidad del Valle de Guatemala. 206 pp.