



Fotografía
Edgar Orlay Valbuena Ússa

MODELOS MENTALES DE LOS AGRICULTORES SOBRE LA INTERACCIÓN DEL HONGO *USTILAGO MAYDIS* Y LA PLANTA DE MAÍZ

Farmers' Mental Models of the Interaction of the Fungus *Ustilago Maydis* and the Corn Plant

Modelos mentais dos agricultores sobre a interação do fungo *Ustilago maydis* e a planta de milho

María Angélica Flórez-Quito*
María Isabel Alfonso-Sosa**
Víctor Ardila-Bayona***

Fecha de recepción: 14 de noviembre de 2020
Fecha de aprobación: 30 de octubre de 2021

Cómo citar:

Flórez-Quito, M. A., Alfonso-Sosa, M. I. y Ardila-Bayona, V. (2022). Modelos mentales de los agricultores sobre la interacción del hongo *Ustilago maydis* y la planta de maíz. *Bio-grafía*, 15(28). <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/16532>

Resumen

Este artículo de investigación aborda los modelos mentales que presentan los agricultores de la vereda Palenque de Anapoima, respecto al desarrollo del hongo *Ustilago maydis* en la planta de maíz. Estas representaciones internas son elaboradas por cada una de las personas sobre el mundo real y permiten identificar las apreciaciones de este fenómeno específico en su cotidianidad. La investigación, de tipo cualitativa, utiliza como procesos metodológicos cuestionarios de preguntas abiertas, con esquematizaciones que son implementados a 7 agricultores voluntarios y se desarrolla por medio de la creación de ciertas categorías de análisis según los referentes epistemológicos del fenómeno, teniendo en cuenta la clasificación de las familias de los modelos según Camacho (2012), y la identificación de las representaciones externas propuestas por Rodríguez (2001). Basados en el comportamiento del fenómeno, la apropiación que tiene la población sujeto de estudio frente a este y la aplicación de un instrumento (cuestionario) que por una serie de preguntas mediadoras, complejiza la respuesta de los agricultores llegando a ser más detallada, dinámica

* Estudiante de Licenciatura de Biología, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Semillero Kumangui. maflorezq@correo.udistrital.edu.co. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7351-6054>

** Estudiante de Licenciatura de Biología, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Semillero Kumangui. isabelalfonsoku@gmail.com. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6345-6756>

*** Estudiante de Licenciatura de Biología, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Semillero Kumangui. victor.uruk@gmail.com. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6063-5839>

y certera. Se concluye que los modelos mentales de los agricultores efectivamente son una base para el diálogo entre saberes de vivencias y conocimientos científicos, y que en primera medida predomina la mirada negativa y de alerta hacia la interacción del fenómeno abordado en cuestión.

Palabras clave: concepciones; comunidad agrícola; modelos mentales; percepciones

Abstract

This work addresses the mental models presented by the farmers of the Palenque de Anapoima, sidewalk regarding the development of the fungus *Ustilago maydis* in the corn plant. These internal representations are elaborated by each person about the real world and allow us to identify the appraisals of this specific phenomenon in their daily life. Qualitative research uses as methodological processes open-ended questionnaires with schematics that are implemented for 7 volunteer farmers and are developed through the creation of certain categories of analysis, according to the epistemological references of the phenomenon, considering the classification of the families of the models according to Camacho (2012), and the identification of the external representations proposed by Rodríguez (2001). Based on the behavior of the phenomenon, the appropriation of the population under study in relation to this and the application of an instrument (questionnaire) that by a series of mediating questions complicates the response of farmers becoming more detailed, dynamic, and accurate. It is concluded that the mental models of farmers are indeed a basis for the dialogue between knowledge of experiences and scientific knowledge and that in the first place the negative and alert view towards the interaction of the phenomenon addressed in question predominates.

Keywords: conceptions; agricultural community; mental models; perceptions

Resumo

Este artigo aborda os modelos mentais apresentados pelos agricultores do corregimento Palenque de Anapoima, sobre o desenvolvimento do fungo *Ustilago maydis* na planta do milho. Essas representações internas são elaboradas por cada uma das pessoas sobre o mundo real e permitem identificar as apreciações desse fenômeno específico em seu cotidiano. A pesquisa qualitativa, utiliza como processos metodológicos questionários abertos, com esquemas que são implementados a 7 agricultores voluntários e se desenvolve através da criação de determinadas categorias de análise de acordo com os referenciais epistemológicos do fenômeno, levando em consideração a classificação das famílias dos modelos segundo Camacho (2012) e a identificação das representações externas propostas por Rodríguez (2001). A partir do comportamento do fenômeno, a apropriação que a população em estudo tem dele e da aplicação de um instrumento (questionário) que, por meio de uma série de perguntas mediadoras, complica a resposta dos agricultores, tornando-se mais detalhada, dinâmica e precisa. Conclui-se que os modelos mentais dos agricultores efetivamente são uma base para o diálogo entre saberes de experiências e conhecimentos científicos, e que em primeiro lugar predomina o olhar negativo e de alerta para a interação do fenômeno abordado em questão.

Palavras-chave: concepções; comunidade agrícola; modelos mentais; percepções



Introducción

Este tipo de investigación corresponde a un método de aprendizaje colectivo de la realidad y se desarrolla bajo la problemática del desconocimiento de los modelos mentales presentes en los agricultores sobre el desarrollo de *Ustilago maydis* en los cultivos de maíz. Aquí se identifica un fenómeno biológico que puede ser abordado para evitar futuras pérdidas económicas con base en la participación colectiva y argumentativa de una población implicada, combinando los procesos del conocer y actuar desde su realidad.

Por esta razón, se hace pertinente la identificación de los modelos mentales de los agricultores de la vereda Palenque en Anapoima, respecto a la interacción del hongo con la planta de maíz y se toma como recurso para el diálogo entre saberes. Se busca de esta manera caracterizar el dominio de este tema y determinar una metodología que permita la comprensión del fenómeno y proporcione nuevos conocimientos en lo que respecta a la modelización presente en los agricultores; puesto que no se han estudiado los modelos mentales en esta población en la que no se han estudiado. Desde esta primicia, se indagan los modelos de la población a partir de la pregunta de investigación: ¿Cuáles son los modelos mentales de los pequeños agricultores de la vereda Palenque en Anapoima sobre el desarrollo del hongo *Ustilago maydis* en el maíz?

Por lo anterior resulta pertinente una breve aproximación a los siguientes interrogantes:

¿Cómo es el desarrollo del hongo *Ustilago maydis* en la planta de maíz?

Los hongos, al ser organismos heterótrofos, se nutren por absorción de nutrientes respecto a un sustrato, estos cubren una amplia variedad de funciones ecológicas en los ecosistemas al descomponer materia orgánica (saprófitos), ser parásitos de plantas o animales e incluso algunos establecen relaciones simbióticas con algas (líquenes) o con las raíces de los árboles (micorrizas); también pueden ser fuente alimenticia. Presentan ciclos de vida desde muy simples hasta muy complejos, por ende, son muy sensibles a los cambios físicos y químicos en su ambiente y conforme a las condiciones ambientales que predominan pueden alternar entre la reproducción sexual y asexual (Díaz *et al.*, 2016).

Respecto al ciclo de vida de *U. maydis* cuenta con dos fases en su desarrollo, una de ellas saprofítica, en ella crece como levadura, con una forma alargada, y se reproduce mediante un proceso de gemación; la segunda fase, es patogénica, en ella, su crecimiento tiene lugar dentro

del huésped en forma de hifas dicarióticas que inicia con el apareamiento de dos células sexuales compatibles, lo que provoca una inhibición de la gemación e inicia una formación de filamentos delgados que se dirigen uno hacia el otro iniciado por una acción química, para finalmente fusionarse por el extremo apical y conseguir el micelio que da inicio a la infección; una vez dentro, dependen principalmente de la planta, lo que genera una competición por la adquisición de nutrientes entre este y las células del huésped (Horst, 2010; Ruíz, 2008).

¿Qué son los modelos mentales?

Se conoce hoy que la forma en que se aprecia el mundo no es ni directa ni precisa, en su lugar, se hace mediante las representaciones que se construyen durante una interacción con el entorno en que se encuentra el individuo y con las personas que interactúa, lo que implica una percepción diferente para cada persona. En esto radica la importancia de poder reconocer estos modelos que fortalecen la comunicación entre quien desea expresar su idea del mundo y quien la percibe; esto, no es solo un recipiente vacío, sino que ya cuenta con unos modelos que pueden tener base científica, teórica, empírica o variada, con los que se complementa la explicación que reciben. Esta característica de los modelos mentales hace referencia, principalmente, a los construidos a partir de la interacción, por ser adaptados a momentos y factores diferentes (Moreira y Rodríguez, 2002).

Materiales y métodos

La investigación se desarrolla en el municipio de Anapoima, al suroccidente del departamento de Cundinamarca, Colombia. Con una temperatura promedio entre 28°C y 35°C; este lugar es seleccionado por la población que se encuentra en contacto directo con el fenómeno abordado, debido a que cuenta con zonas planas que se emplean para cultivos frutales, caña de azúcar, maíz, entre otros (Findeter, s. f.; Alcaldía de Anapoima, s. f.). De acuerdo con Oliveira *et al* (2017), las concepciones de la población están fuertemente influenciadas por los contextos socioculturales, debido a esto, los conceptos científicos, que son parte de la cultura científica, necesitan ser trabajados en contextos que les den significado, caso contrario, serán colocados por la población en una categoría separada y eventualmente descartados, dando lugar al fenómeno denominado como apartheid cognitivo (Cobern, 1996). Por tal razón, al tratarse de una población agrícola y al ser el estudio de tipo cualitativo, el proyecto se orienta desde el paradigma hermenéutico y enfoque interpretativo que parten de reconocer la diferencia existente entre los fenómenos sociales y naturales, cuyo principal interés va dirigido al significado de las

acciones humanas y de la vida social; por último concibe la educación como proceso social y una experiencia viva para los involucrados en los procesos (Barrero, 2011).

Una de las herramientas más importantes para el reconocimiento de los modelos mentales, como es mencionado por Márquez *et al* (2004), son las preguntas mediadoras, adecuadas a un instrumento tipo cuestionario y que permiten crear un vínculo entre aquello que se conoce para abarcar nuevos conocimientos y saberes. Estas no pueden ser preguntas simples, sino que requieren desarrollo, planeación y ubicación del contexto, lo que les confiere unas características propias que durante su proceso de búsqueda, solución y respuesta, invita, estimula y ayuda a replantear las observaciones realizadas o iniciar otras. De igual forma, generan la incertidumbre y el choque de ideas, también pueden incorporar la perspectiva dinámica de los sistemas, la dialógica y la hologramática, por ello han de ser dinámicas, focalizadoras y escalares.

Los agricultores voluntarios presentan una variedad en los niveles de escolaridad, desde preescolar, básica y media, y edades de 18 hasta 57 años. La dinámica con los agricultores se realiza con el apoyo de las TIC, mediante la cual se obtiene su consentimiento como voluntarios al proyecto, el anonimato de sus nombres y el uso pertinente de sus colaboraciones sin ánimo de lucro. También se mantuvo el diálogo constante, la aplicación del instrumento y sus posteriores respuestas. Para este estudio se plantean tres preguntas que parten del enunciado:

Cuestionario de concepciones de los agricultores

“En la planta de maíz, en ocasiones se aprecia cierto brote anormal en las hojas y tallos y unas estructuras tumorales de color negro en el fruto (mazorca). Según este caso, responda las siguientes preguntas de la forma más detallada posible y en el caso de los dibujos, indicar las partes”.

1. *Describa y de ser necesario dibuje, lo que considera que es un hongo y su reproducción.*
2. *Dibuje y describa ¿Cómo cree que el hongo se desarrolla dentro de la planta de maíz?*
3. *¿Qué acciones toma usted cuando observa este cambio de coloración y forma en el fruto del maíz?*

Al considerar los modelos mentales como aquellos constructos que tienen como objetivo comprender las relaciones del ser humano con los fenómenos naturales, estos pueden caracterizarse de acuerdo al recorrido epistemológico e histórico. Para ello se utiliza como esquema el análisis expuesto por Rodríguez (2001), en él

las coincidencias encontradas dan lugar a cuatro formas diferentes de analizar el fenómeno que se han definido desde los modelos mentales. Estas representaciones externas se caracterizan del siguiente modo:

- Modelo mental estructural MME. Construcción de un modelo enfocado únicamente en su estructura, con una única imagen estática de presentarse. No permite establecer inferencias o deducciones;
- Modelo mental dual MMD. Construcción de un modelo enfocado en su estructura y otro en su funcionamiento, independientes el uno del otro, con una única imagen estática en la que se logran establecer pocas inferencias y deducciones entre su estructura y funcionamiento;
- Modelo mental causal discursivo MMCD. Construcción de un modelo integrando la estructura como el funcionamiento, estableciendo inferencias y deducciones más elaboradas entre procesos, no usa o no presenta imágenes y en caso de hacerlo estas son estáticas y simples;
- Modelo mental causal imagístico MMCI. Es la construcción de un modelo que integra la estructura con el funcionamiento, estableciendo inferencias y deducciones más elaboradas entre procesos y el uso de una o varias imágenes en su mayoría dinámicas y complejas.

No obstante, la anterior categorización se engloba en relación con la cercanía de los modelos mentales al modelo conceptual y su forma de expresarlo; sin embargo, también se crean categorías de análisis según los referentes epistemológicos del fenómeno teniendo en cuenta la clasificación de las familias de los modelos de Camacho (2012). Así, se reconoce en los hongos una amplia diversidad de vida y una multifuncionalidad, relaciones simbióticas, patógenas o hábitos saprófitos; además de representar un papel vital para muchas culturas y tradiciones. Referente a lo anterior, encontramos autores como Ruíz (2008), que hace un recorrido del hongo *Ustilago maydis* desde la aplicación gastronómica hasta aquellas condiciones que lo llevaron a ser un modelo de estudio científico que incluye su fisiología, genética y bioquímica, además de mencionar su desarrollo como patógeno específico de la planta de maíz.

Resultados y discusión

En la Figura 1 se observa cómo el agricultor 1 (A1) precisa el desarrollo del hongo y las posibles causas por las que se contagia el fruto, además, muestra una relación con otros organismos, en este caso con larvas causantes de la llegada de hongo y el contagio del maíz al crear

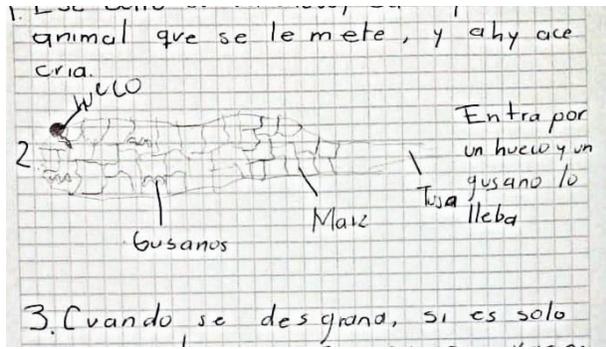


Figura 1. Primera imagen realizada por el agricultor No. 1. Para dar respuesta a la pregunta No. 2: Dibuje y describa ¿Cómo cree que el hongo se desarrolla dentro de la planta de maíz?

una abertura en el fruto; con ello sugiere que el hongo por sí mismo carece de estructuras para la penetración del tejido epitelial del grano. Este modelo corresponde a uno simple y sin dimensión, es decir, del tipo mental estructural, con una única imagen estática, que indica algunas estructuras de la planta que se ven afectadas, el agricultor también señala y reconoce el raquis (tusa) como parte del fruto, bajo una mirada básica y directa de lo que puede observar, acompañada por una pequeña frase que busca explicar un proceso donde el daño es introducido por un organismo que la porta y la transmite.

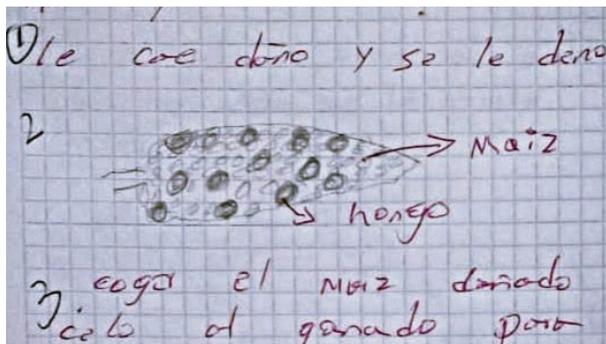


Figura 2. Primera imagen realizada por el agricultor No. 2. Para dar respuesta a la pregunta No. 2 Dibuje y describa ¿Cómo cree que el hongo se desarrolla dentro de la planta de maíz?

El A2 hace una representación del fruto, dibuja, señala y nombra los granos que lo componen junto con el hongo situado sobre estos; se aprecia cómo el tamaño del hongo es muy similar al tamaño del grano del maíz, por estas características, el dibujo puede situarse dentro del modelo estático, ya que no realiza o especifica función alguna, se infiere que el esquema es de tipo mental estructural, ya que la imagen es plana, no lo acompaña ningún texto explicativo y no se evidencian funciones.



Figura 3. Primera imagen realizada por el agricultor No. 4 Para dar respuesta a la pregunta No. 2 Dibuje y describa ¿Cómo cree que el hongo se desarrolla dentro de la planta de maíz?

Al igual que el A2, el A4 (Fig. 3) representa mediante el dibujo el fruto con sus granos en contacto con el hongo, así como señala y nombra ambas partes. Al igual que el anterior, muestra al hongo como manchas oscuras sobre los granos de maíz, no especifica funciones, tampoco existe un texto o enunciado que acompañe la representación que hace sobre el fenómeno, por lo que, al igual que el anterior agricultor, este se encuentra en un tipo mental estructural, es decir, un esquema plano y sin dimensión.

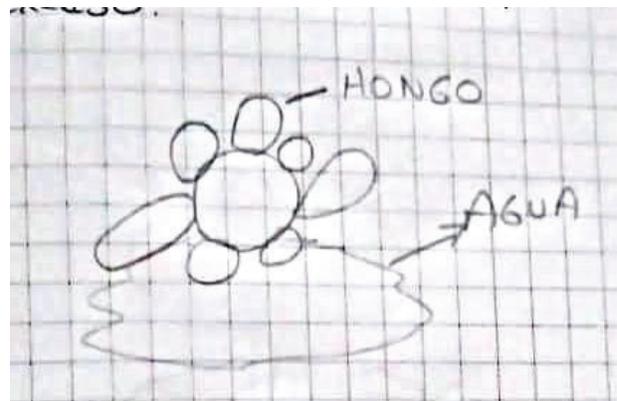


Figura 4. Primera imagen realizada por el agricultor No. 4. Para dar respuesta a la pregunta No. 1 Describa y de ser necesario dibuje, lo que considera que es un hongo y su reproducción

El A4 en esta imagen (Fig. 4), realiza una representación del hongo y reconoce estructuras en él, al plasmar un círculo central y otros que lo rodean. Identifica, además, que el hongo se produce en presencia de agua o humedad, es decir, le da una función al factor abiótico, como causante de que el hongo se reproduzca, lo especifica y señala el agua y el hongo, además de nombrarlos. El agricultor No. 4 se ubica dentro del tipo mental estructural, ya que el dibujo es plano y además no lo acompaña ningún tipo de texto argumentativo.

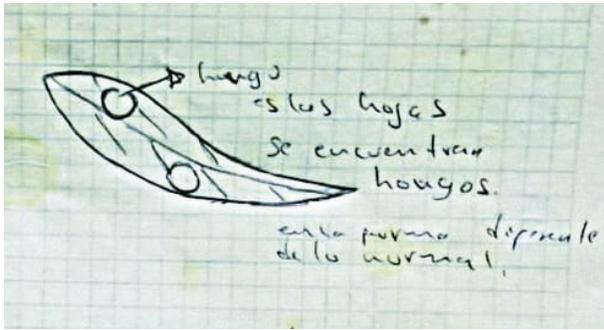


Figura 5. Primera imagen realizada por el agricultor No. 5. Para dar respuesta a la pregunta No. 1 Describa y de ser necesario dibuje, lo que considera que es un hongo y su reproducción

El primer dibujo presentado por el A5 señala en las hojas de la planta un cambio físico observable que no es común en una estructura considerada saludable según su experiencia; precisa así el reconocimiento del hongo como de sus efectos. Corresponde a un modelo simple y estático de tipo mental estructural, ya que posee una imagen estática, no indica estructuras, pero sí un cambio generado por el hongo; acompañado luego con una frase y evidencia de que esta anomalía en las hojas sirve para reconocer la presencia del hongo en la planta.

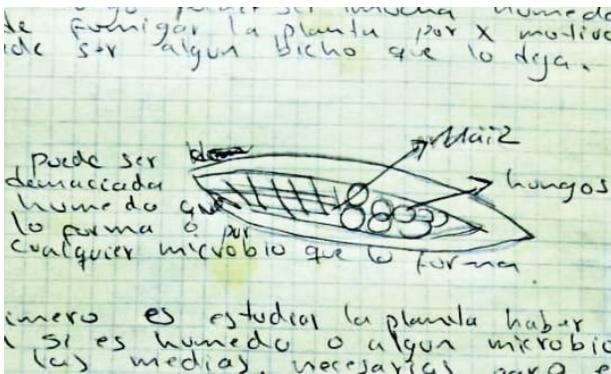


Figura 6. Primera imagen realizada por el agricultor No. 5. Para dar respuesta a la pregunta No. 2 Dibuje y describa ¿Cómo cree que el hongo se desarrolla dentro de la planta de maíz?

El A5 en un segundo dibujo (Fig. 6) presenta nuevamente una imagen estática, esta vez del fruto de la planta, y al igual que en su primer diseño ubica aquello que puede observar como el crecimiento de unas estructuras en las que debería estar el grano de maíz, y lo acompaña con una frase que propone dos posibles causas de contagio: una causada por las condiciones ambientales, más precisamente la humedad; y una segunda transmitida por otro organismo, un modelo estático y sin cambio que solo muestra un momento en el tiempo, lo que ubica la expresión en un modelo mental estructural.



Figura 7. Primera imagen realizada por el agricultor No. 6. Para dar respuesta a la pregunta No. 1 Describa y de ser necesario dibuje, lo que considera que es un hongo y su reproducción

El A6 (Fig. 7), expresa que de un cuerpo fructífero (en este caso cualquier miembro del orden Agaricales, por su forma representativa) se desarrollan y dispersan ciertas estructuras (esporas) dispersas con ayuda del viento y que median la reproducción en el fruto del maíz asociando que el sustrato de llegada del hongo es únicamente el fruto. Lo anterior indica que este agricultor establece diferencias entre lo macro y micro del fenómeno biológico. El agricultor no cuenta con una idea clara de la morfología de una espora, sin embargo, plantea una analogía con asteriscos e indica que es una parte fundamental de la reproducción del hongo. No se aprecia la señalización de las partes en el dibujo.



Figura 8. Primera imagen realizada por el agricultor No. 6. Para dar respuesta a la pregunta No. 2 Dibuje y describa ¿Cómo cree que el hongo se desarrolla dentro de la planta de maíz?

Se identifica en el dibujo No. 2 del A6 (Fig. 8), que el maíz cuenta con cierta estructura protectora (hojas) y que el hongo comienza su proliferación en la abertura de estas donde se encuentra descubierto el fruto y al expresar cierto aumento en este proceso indica que sucede en micro, es decir, realiza una diferenciación entre los niveles dinámicos que presentan las estructuras de los hongos. Por último, refiere que el hongo por sí mismo cuenta con la capacidad de penetrar el grano al no verse estructuras externas de otro organismo en el esquema.

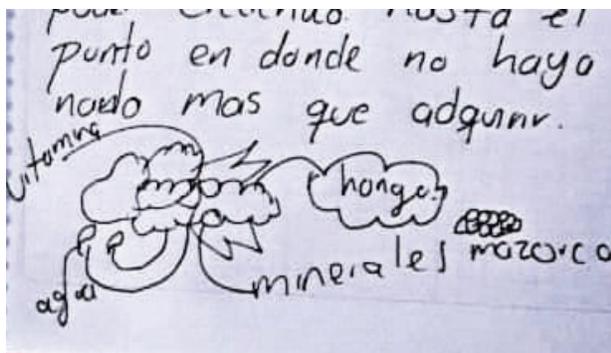


Figura 9. Primera imagen realizada por el agricultor No. 7. Para dar respuesta a la pregunta No. 2 Dibuje y describa ¿Cómo cree que el hongo se desarrolla dentro de la planta de maíz?

El A7 (Fig. 9) representa los componentes que actúan en el fenómeno del desarrollo del hongo en este caso el fruto del maíz, indica que el hongo se desarrolla gracias a minerales, agua y vitaminas presentes en la mazorca (fruto), también se aprecian estructuras que envuelven el fruto (hojas).

En cuanto a las respuestas textuales, dadas por cada uno de los agricultores, pueden verse reflejadas en las tablas 1, 2 y 3. Esta codificación se establece en categorías que faciliten una identificación de similitudes de conocimientos y asociaciones de diálogo, con la finalidad de entregar una descripción interpretativa del significado a partir del análisis de respuestas.

Tabla 1. Caracterización de las representaciones externas de los agricultores de la primera pregunta

Agricultor	Respuesta a la pregunta No. 1	Tópicos
A1	"Ese bulto es venenoso, sale por un animal que se le mete y ahí hace cría".	Relación de daño.
A2	"Le cae daño y se le denomina hongo".	Relación de daño.
A3	"Los hongos se generan por la humedad. Al haber humedad se generan partículas orgánicas que lo forman. Los hongos compiten por las partículas orgánicas para formarse".	Relación de sustrato.
A4	"El hongo es una enfermedad que ataca al maíz, este se genera por la humedad en exceso".	Relación de daño.
A5	"Yo creo que el hongo es cuando el fruto está con lamas y trozos de tumores, eso creo que sea". Dibujo: "En las hojas se encuentran hongos en la forma diferente de lo normal".	Relación de sustrato.
A6	"Un hongo es un ser vivo que se produce por medio de esporas y que se adhieren a lo que consideran es el mejor hábitat para crecer".	Relación de desarrollo.
A7	"Creo que la coloración es por posibles más bacterias que se van desarrollando al grano en el cual es tan excesiva que su manera de reflejar es el color oscuro".	Características.

Nota. Respuestas transcritas de las representaciones externas de los agricultores de acuerdo con sus percepciones: Daño, interacción, sustratos, desarrollo y, por último, características respecto a la interacción del hongo con la planta de maíz.

Tabla 2. Caracterización de las representaciones externas de los agricultores en la segunda pregunta

Agricultor	Respuesta a la pregunta No. 2	Tópicos
A1	"Entra por un hueco y un gusano lo lleva".	Relación de interacción con un organismo externo.
A2	(Dibujo).	Relación de sustrato
A3	"En el caso de la mazorca aparecen cuando el fruto tiene poco recubrimiento del amero. El cambio de clima y el depósito de agua hace que se produzca el hongo".	*Relaciones condicionadas. *Relación de desarrollo.
A4	"El hongo crece dentro de los granos de maíz, dañando los granos y la tusa".	Relación de daño.
A5	"Yo creo que dentro de la planta cuando se forma hongo puede ser mucha humedad o falta de fumigar la planta por x motivo puede ser algún bicho que la deja". Dibujo: "Puede ser demasiada humedad que lo forma o por cualquier microbio que lo forma".	*Relación de interacción con un organismo externo. *Relación de sustrato. *Relación de desarrollo.
A6	"Creo que el hongo se desarrolla esparciendo algunas raíces o extremidades vitales dentro del maíz usando éste como fuente alimenticia".	*Relación de sustrato. *Relación de desarrollo.
A7	"Creo que el hongo es una bacteria que se instala en el grano de maíz en el cual puede aprovechar de agua concentrada en la tusa de la mazorca además de extraer nutrientes para el hongo poder creciendo hasta el punto en donde no haya nada más que adquirir". Dibujo: "Vitamina, minerales, mazorca, hongo y agua".	*Relación de daño. *Relación de sustrato. *Relación de desarrollo.

Nota. Representaciones externas de los agricultores de acuerdo con sus semejanzas, asociados a las relaciones: Daño, interacción, sustratos, desarrollo y por último características respecto a la interacción del hongo con la planta de maíz.

Tabla 3. Caracterización de las representaciones externas de los agricultores en la tercera pregunta

Agricultor	Respuesta a la pregunta No. 3	Tópicos
A1	"Cuando se desgrana, si es solo uno, con los ameros si son varios a la basura".	Acción
A2	"Coger el maíz dañado y echárselo al ganado para controlar el hongo".	Relación de interacción con otros organismos.
A3	"Se extrae de la planta para que no cause más daños. Si no tiene más mazorcas se tala la caña. Se desecha en el piso o se utiliza para abonos". "No se le da a los animales para consumo".	*Relación de daño. *Relación de interacción con otros organismos. *Acción.
A4	"Retirarlos del cultivo, arrancando por completo la caña junto con el maíz".	*Acción.
A5	"Lo primero es estudiar la planta a ver de qué se trata, si es humedad o algún microbio para tomar las medidas necesarias para el problema, pero actualmente yo la tuve y la quemaba para evitar el contagio de las demás plantas".	*Características. *Acción. *Relación de daño.
A6	"Yo quito la mata del maíz infectada arrancándole de raíz y haría lo mismo con las primeras matas contiguas a esta".	*Acción. *Relación de daño.
A7	"Cuando yo observo este cambio lo tomo como alarmante y preocupante porque imagino que se están reproduciendo muchas bacterias de muchos tipos y que además de hacer mal para el consumo que podrá generar intoxicación, imagino que de tanta bacteria podría fácilmente por el aire contaminar los demás productos o alimentos que estén cerca por ende procedo a tirar a la basura y también los alimentos que de alguna manera tuvieron contacto con este alimento contaminado, procedo al lavado de manos y desinfección".	*Acción. *Relación de daño. *Características.

Nota: Representaciones externas de los agricultores de acuerdo con sus semejanzas, asociados a las relaciones: Daño, interacción, desarrollo. Además de nombrar sus características, sus beneficios y por último las acciones que toman los agricultores una vez el hongo se desarrolla en la planta de maíz.

Tabla 4. Caracterización de los modelos mentales de los agricultores

Agricultor y respuesta	Expresión del modelo		Posición epistemológica	
	Categoría	Categoría	Subcategoría	
A1-R1	MME - Discursivo	Maléfico	Veneno	Venoso
A1-R2	MME	Agropecuaria	Patógeno	Patógeno
A1-R3	MM - Aplicativo	Maléfico	Enfermedad	Enfermedad
A2-R1	MME - Discursivo	Maléfico	Enfermedad	Enfermedad
A2-R2	MME	Agropecuaria	Interacción	Interacción
A2-R3	MM - Aplicativo	Gastronómica	Indirecta	Indirecta
A3-R1	MMD	Agropecuaria	Interacción	Interacción
A3-R2	MME - Discursivo	Agropecuaria	Interacción	Interacción
A3-R3	MM - Aplicativo	Maléfico	Tóxico	Tóxico
A4-R1	MME	Maléfico	Enfermedad	Enfermedad
A4-R2	MME	Maléfico	Enfermedad	Enfermedad
A4-R3	MM - Aplicativo	Agropecuaria	Control biológico	Control biológico
A5-R1	MME	Agropecuaria	Patógeno	Patógeno
A5-R2	MME	Agropecuaria	Interacción	Interacción
A5-R3	MMD	Agropecuaria	Patógeno	Patógeno
A6-R1	MMD	Biológica	Reconocimiento de lo vivo	Reconocimiento de lo vivo
A6-R2	MME	Agropecuaria	Patógeno	Patógeno
A6-R3	MMD	Agropecuaria	Control biológico	Control biológico
A7-R1	MME - Discursivo	Agropecuaria	Interacción	Interacción
A7-R2	MMD	Agropecuaria	Patógeno	Patógeno
A7-R3	MMCD	Maléfico	Tóxico-enfermedad	Tóxico-enfermedad

Nota. Categorización de los modelos mentales de los agricultores de acuerdo con Rodríguez (2001) MMD, MME, MMA, MMED, MMCD y la posición epistemológica: agronómico (patógeno, interacción, control biológico), maléfico (venoso, enfermedad, tóxico), gastronómico (indirecta) y biológico (reconocimiento de lo vivo).

Los resultados aquí expresados son los modelos mentales propios de cada agricultor acerca del desarrollo de *U. maydis* en el cultivo de maíz, se aprecian en su mayoría percepciones propias y experiencias de acuerdo al manejo de esta interacción entre el hongo y el cultivo, se presenta, en estos modelos algunas de las categorías propuestas por Rodríguez (2001) y otras que se logran inferir en la descripción y análisis de las respuestas.

En la tabla 4 se aprecia en las respuestas una dominancia en la categoría de tipo estructural y una categoría emergente de modelo mental estructural discursivo en el que se evidencian algunos ejemplos simples que rela-

cionan sus estructuras con una función. Sin embargo, no es el caso para A3 y A6 en R1 y A7 en R2 en la que se logra identificar algunas inferencias y deducciones entre las estructuras y su funcionamiento, si bien, no se profundiza en un fenómeno complejo y dinámico, establecen relaciones del desarrollo con el hongo y el medio en el que habita, aunque separados en su versión textual o en contraste con las imágenes cuando estas se presentan (Isaza y Cardona, 2015).

En cuanto a lo que consideran de los hongos, se encuentra una relación con tendencia negativa al predominar las categorizaciones de enfermedad, patógeno

tóxicos en todos los agricultores. En el caso de la tercera respuesta, A7 exclama cierto recelo al mencionar que: “Además de hacer mal para el consumo que podrá generar intoxicación”, a esto se le denomina micofobia y corresponde a una aversión más frecuente de lo que se creería hacia la asociación de hongos junto algunos alimentos conocidos en los que se establece una imagen estándar por la persona de lo que asociaría como saludable o no a ese fruto, este resultado se constata con los expresados por Oliveira y Santos (2017), en su artículo: “*Los hongos como estrategia del diálogo intercultural de la enseñanza de la Biología*”, que expresa en la población estudio cierto recelo o repulsión por los hongos en general y los asocian con aspectos negativos.

Como el caso anterior, se encuentra igualmente otra postura, en la cual desde A1 a A7 relacionan los hongos en la agricultura en al menos una de sus respuestas, sin embargo, con una variedad de posturas. Se estableció en una de ellas una interacción entre el desarrollo del hongo, el ambiente y el cultivo, como de otros organismos que se ven implicados de forma directa al participar en la propagación del hongo; también se observa una similitud en el proceso de acción-reacción al compararlo con bacterias, donde se señalan las problemáticas que causa en el cultivo. Se postula como un organismo patógeno que se alimenta al tomar los nutrientes de la planta y su fruto, como lo menciona A7, él llega de forma empírica a los modelos conceptuales que señala Martínez (2013), donde este hongo es patógeno, se nutre de otro ser vivo y causa daños al huésped donde se encuentra. Si bien, no se menciona la pérdida que este trae para el agricultor, indican algunas alternativas que toman actualmente, como retirarlo de la planta; por su parte, A6 infiere que esto no es suficiente y se debe arrancar toda la planta junto a aquellas que se encuentran contiguas, para finalmente tirarlo o quemarlo como comenta A5; esto se convierte en una de las prácticas al toparse con esta planta infectada.

El A7 en R2 aclara: “Creo que el hongo es una bacteria”, con ello, alude a un desarrollo a nivel macro y micro de agentes biológicos (Delgado y Díaz, 2015), sin embargo, identifica a las bacterias y el hongo como el mismo organismo vivo, es decir, no diferencia las formas de vida de manera separada y manifiesta “*muchas bacterias de muchos tipos*” asegurando que existe una diversidad entre estos seres de nivel micro, lo que indica un modelo alterno al desarrollado por la comunidad científica.

Por otra parte, el A1 enfatiza en que el éxito para la invasión del patógeno en el fruto (sin hacer mención de la

llegada en otras estructuras u órganos de la planta) se debe a una interacción entre este con un agente externo (gusano), que rompe las primeras defensas de la planta como la pared celular e indica que el hongo por sí solo no cuenta con una estructura de apertura especializada. Contrario a la idea anterior, Kämper *et al* (2006) profundiza en una estructura denominada apresorio, especializada para la infección a la planta; respecto a esto, el A6 menciona que el hongo para lograr su reproducción: “Se desarrolla esparciendo algunas raíces o extremidades vitales dentro del maíz”, esto hace una clara alusión a que el hongo por sí mismo cuenta con estructuras especializadas para la apertura (apresorio) y colonización (esporas e hifas).

Además, se reconocen unos aspectos poco nombrados, en los que señalan al hongo como un ser vivo y se le otorga un valor a este sin relacionarlo con el ser humano directamente; esto lo ubica fuera de las categorías propuestas y con ello en una mirada biológica como lo presenta A6 en su primera respuesta, que además, junto a A7 menciona que su dispersión puede darse por el aire. También se encuentra una única versión en la tercera respuesta de A2, quien refiere al hongo como benéfico al emplearlo como alimento para el ganado y que además ayuda en la prevención del contagio en el cultivo.

De acuerdo a lo anterior, para lograr categorizar los modelos mentales que presentan los agricultores sobre el fenómeno, se hace necesario plantear nuevas categorías ubicadas en las representaciones externas de los agricultores, de las cuales emergen el Modelo mental aplicativo (MMA) que se basa en la implementación a través de la acción y establece una relación con las acciones que toman los agricultores sin dar una explicación concisa de este y el Modelo mental estructural discursivo (MMED), que tiene un enfoque únicamente en las estructuras visualmente más notorias, que otorga ejemplos o analogías, sin presentar imágenes; este toma parte entre el MME y el MMCD propuesto por Rodríguez (2001).

De igual forma, se establece para la postura de etnomicología, una subcategoría denominada *Interacción* situada dentro de la categoría agronómica, la cual establece relación entre el hongo y la planta, contempla las condiciones ambientales y la interacción con otros organismos que participan en el contagio y desarrollo del hongo; también se llega a la formación de la categoría *biológica* con una única subcategoría (*Reconocimiento de lo vivo*) que toma en cuenta los hongos como un organismo vivo sin relacionarlo directamente a las actividades de ser humano.

Conclusiones

Se concluye que los agricultores, con base en sus propias vivencias, experiencias e interacciones con el entorno han construido diversos conocimientos. Para llegar al análisis de estas perspectivas pueden implementarse categorías para la codificación de las diferentes visiones que tienen los agricultores sobre *U. maydis*, esto con el objetivo de poder determinar la forma en la que observan el fenómeno. Se identifica que los participantes describen a los hongos principalmente como patógenos malignos, (eso en cuanto al hongo *U. maydis* con la planta de maíz); en segunda instancia, los campesinos reconocen que entre el fitopatógeno y otros organismos se pueden presentar interacciones y que estas pueden llegar a facilitar el origen o crecimiento del hongo. Identifican, además, en tercer lugar, que los hongos pueden llegar a causar daños, haciendo referencia a la subcategoría enfermedad. La percepción negativa de los hongos es predominante y no se hace mención a que estos pueden tener otras interacciones con los organismos de forma benéfica debido a que varios de ellos son causantes de las pérdidas alimentarias y monetarias de varios cultivos, no solamente del maíz.

La forma en la que los agricultores responden las preguntas, en su mayoría, es estructural; es decir, que la construcción de las respuestas solo se basa en la estructura del fenómeno, al ilustrar la propagación del hongo sobre el fruto, por lo que se denota que la mayoría de la población de estudio se basa principalmente en la observación sin llegar a realizar un análisis del cómo se puede dar dicha enfermedad en el maíz. Sin embargo, y como se observó en los resultados, algunos de los entrevistados infieren que el hongo llega a los elotes a través de medios abióticos tales como el viento y el agua o que en esta afectación intervienen agentes como las larvas y que para evitar la propagación del fitopatógeno es necesario la eliminación de las plantas infectadas; lo que nos conduce a una explicación de carácter aplicativo en la que los campesinos argumentan a través de la acción sin llegar a dar una explicación concisa.

En cuanto la implementación del instrumento de recolección de datos, se reconoce la importancia de las preguntas mediadoras como una herramienta fundamental y necesaria al momento de profundizar en los conocimientos que manejan los agricultores de maíz del municipio de Anapoima, en Cundinamarca, Colombia, sobre el fenómeno del *Ustilago maydis*. Estas preguntas permiten reconocer los modelos mentales que tiene la

población agrícola sobre el fenómeno de estudio; paralelamente estos posibilitan la caracterización de los saberes, concepciones, creencias, nociones o conceptos de los entrevistados.

Finalmente, después del estudio y con respecto a los modelos mentales de los agricultores sobre la interacción del hongo *Ustilago maydis* y la planta de maíz, puede emplearse esta metodología para elaborar una estrategia de intervención didáctica más consecuente y contextualizada a la problemática, que integre los conocimientos propios del agricultor y los saberes de tipo científico de la academia.

Referencias

- Alcaldía de Anapoima. (s. f.). *Mi Municipio. Información del Municipio*. <http://www.anapoima-cundinamarca.gov.co/Paginas/default.aspx>
- Barrero, C., Espinosa, L., Bohórquez, A y Mejía, P. (2011). *La hermenéutica en el desarrollo de la investigación educativa en el siglo XXI*. Dialnet-LaHer-meneuticaEnElDesarrolloDeLaInvestigacionEdu-ca-6280160.pdf.
- Camacho, J., Jara, C., Morales O., Rubio, G., Muñoz, G. y Rodríguez, T. (2012). Los modelos explicativos del estudiantado acerca de la célula eucarionte animal. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 9(2), pp. 196-212. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2012.v9.i2.03.
- Cobern, W. (1996). Constructivism and Non-Western Science Education Research. *International Journal of Science Education*, 4(3), pp. 287-302. <https://doi.org/10.1080/0950069960180303>.
- Delgado, R. y Díaz, O. (2015). La teoría de los Modelos mentales de Johnson Laird desde una Teoría de la Ciencia Cognitiva: un estudio para el aprendizaje de la Microbiología. *Investigações em Ensino de Ciências*. 6(3). pp. 243-268. <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/141225/000348949.pdf?sequence=1>
- Díaz, D., Vargas, I., Chévez E. y Pacheco, L. (2016). *De hongo me como un taco: recetario-catálogo de hongos recolectados en El Llanillo Redondo. Xalapa, México*. Facultad de Biología. https://www.uv.mx/personal/luipacheco/de_hongo_me_como_un_taco/

- Findeter. (2018). *Plan de acción Anapoima. Anapoima sostenible*. Capítulo 1. El municipio de Anapoima. pp. 18 - 41. https://repositorio.findeter.gov.co/bitstream/handle/123456789/190/PDA_Anapoima.pdf?sequence%3D1%26isAllowed%3Dy&sa=D&source=docs&ust=1664908081665720&usg=AOv-Vaw0OrTmx-lmWkfcuknrtmfVc
- Horst, R., Doehlemann, R., Jörg, H., Schmiedl, A., Kahmann, K., Kämper, J y Voll. M. (2010). Un modelo de metabolismo tumoral de la hoja de *Ustilago maydis*, Señalización y comportamiento de las plantas. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3115251/>
- Isaza, C. y Cardona, C. (2015). *Herramientas para facilitar el cambio con los agricultores*. Fundación Solidaridad. https://agrolearning.com/recursos/herramientas/herramientas_organizaciones/herramientas_gestionDelCambio.pdf.
- Kämper, J., Kahmann, R y Birren, W. (2006). Insights from the genome of the biotrophic fungal plant pathogen *Ustilago maydis*. *Nature*, 444, 97-101, <https://doi.org/10.1038/nature05248>.
- Màrquez Bargalló, C., Roca, M., Sardà Jorge, A. M., Pujol Vilallonga, R. M., y Gómez, A. (2004). La construcción de modelos explicativos complejos mediante preguntas mediadoras. *Investigación en la Escuela*.
- Moreira, M., Greca, M. y Rodríguez, P. (2002). Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. *Revista Brasileira de Investigación em Educação em Ciências*, 2(3) pp.84-96.
- Martínez, J. (2013). *Análisis de la regulación del proteoma de Ustilago maydis por dimorfismo, pH y los genes MAPK y GCN5*. Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C.
- Oliveira, S. y Santos, B. (2017). Un recurso acerca de los hongos para el diálogo intercultural en la enseñanza de biología. *Revista Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 12(2), 142-157. <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/GDLA/index>.
- Rodríguez, P. (2001). Modelos mentales de célula: el caso de Genoveva. *Currículum: Revista de Teoría, Investigación y Práctica Educativa*, 15, 141-170.
- Ruíz, H. (2008). *Ustilago maydis: ascenso de un hongo mexicano de la gastronomía local al mundo científico*. *Revista Electrónica Nova Scientia*. 1(1), pp:118-135. DOI: 10.21640/ns.v1i1.246

