



Modelación estadístico-matemática aplicada al seguimiento de egresados de carreras de perfil técnico agropecuario

Statistical mathematics modeling applied to tracking graduates of the agricultural field

M.Sc. Reinaldo Guerrero-Mantilla¹, Dr.C. José Roberto Capó-Pérez^{II}, Dr.C. Alexander López-Padrón^{II}.

¹Empresa de Transporte y Talleres del Ministerio de Educación Superior, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

^{II}Universidad Agraria de La Habana, Centro de Estudios de la Educación Agropecuaria, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

RESUMEN. El objetivo del presente trabajo es contribuir mediante la modelación estadístico-matemática a la validación teórica de una metodología para el seguimiento de egresados de carreras de perfil técnico agropecuario, utilizando el Método Delphi como modelo cualitativo de validación teórica. Este estudio permitió perfeccionar la composición, relevancia, pertinencia y coherencia de las dimensiones conceptual y operacional que conforman la metodología propuesta sobre la base de la estabilidad, consistencia y fiabilidad de los juicios emitidos por los expertos. La metodología validada constituye una herramienta de utilidad para el control de la calidad de la formación profesional de los graduados de las carreras de perfil técnico agropecuario, contribuyendo a mejorar su formación y utilización, por lo que se puede considerar su implementación en la práctica en la carrera de Ingeniería Agrícola en la Universidad Agraria de La Habana.

Palabras clave: método de expertos, seguimiento de egresados, carreras agropecuarias.

ABSTRACT. The aim of this research is contributing, through statistical mathematics modeling, to validate theoretically a methodology for tracking graduates of the agricultural field by using the Delphi Method as qualitative model of theoretical validation. This research permitted to perfect the composition, relevance, pertinence, and coherence of the conceptual and operational dimensions that make up the proposed methodology based on the stability, consistency, and reliability of judgments from experts. The validated methodology is a useful tool for controlling quality in the professional training of graduates of the agricultural field. This contributes to improve their training and work exploitation. Thus, it may be implemented in practice in the Agricultural Engineer career in the Agrarian University of Havana.

Keywords: method of experts, tracking graduates, agricultural majors.

INTRODUCCIÓN

La aplicación de la modelación estadístico-matemática a través de métodos estadísticos descriptivos e inferenciales, constituye una importante herramienta para la solución de problemas que pueden presentarse en las investigaciones en las diferentes áreas del conocimiento (Vázquez *et al.*, 2011; Chávez *et al.*, 2013). En el caso de las investigaciones del área de las Ciencias Sociales, Humanísticas y de la Educación, donde las variables que se estudian son categóricas o cualitativas, se considera que los métodos estadísticos no paramétricos son los que más han aportado, siendo una alternativa válida de análisis de la información (Guerra *et al.*, 2014), entre ellos se destaca

INTRODUCTION

The application of statistical mathematics modeling through descriptive and inferential statistics methods constitutes an important tool to solve problems that may appear in studies on the different fields of knowledge (Vázquez *et al.*, 2011; Chavez *et al.*, 2013). In the case of the studies on the field of Social Sciences, Humanities, and Education, where the variables are categorical or quantitative, it is considered that the non-parametric statistics methods are those of greatest contribution, being a valid alternative to data analysis (Guerra *et al.*, 2014). Among them, the Delphi Method is noteworthy, being considered as a qualitative method of theoretical validation.

el Método Delphi, el cual se puede considerar como un modelo cualitativo de validación teórica.

El método Delphi se considera uno de los métodos de pronóstico de base subjetiva más eficaz y fiable, al combinar el análisis estadístico-matemático cuantitativo de los resultados con criterios de análisis cualitativos (Fernández de Castro y López, 2013). La principal novedad del método radica en el uso desde la primera ronda de un cuestionario estructurado por el grupo coordinador del estudio al que se van adicionando o modificando, si es el caso, las diferentes opiniones de los expertos en las sucesivas rondas hasta lograr la estabilidad, consistencia y fiabilidad de los juicios emitidos (Varela *et al.*, 2012; Fernández de Castro y López, 2013), o sea, hasta la obtención de una opinión grupal fidedigna a partir de un conjunto de expertos diseminados geográficamente (Landeta, 1999).

A pesar de las ventajas y bondades expresadas en los párrafos anteriores, que hacen del método Delphi un caso especial del método general de criterio de expertos, este posee inconvenientes de los cuales, los fundamentales son: tiempo de ejecución en relación con la masividad de participación, sobredimensionamiento de su aplicación, y énfasis en el procesamiento estadístico en detrimento del análisis cualitativo¹.

Dichos aspectos se tuvieron en cuenta en el contexto de la presente investigación tratando de atenuar su efecto negativo mediante: la extensión del tiempo máximo para responder los cuestionarios a 30 días para evitar respuestas/opiniones apresuradas, el uso del Coeficiente de ANOCHI para el análisis de la consistencia y fiabilidad como el índice de concordancia del acuerdo efectivo mostrado en los datos en relación con el acuerdo máximo posible, y la profundidad en el análisis de los criterios cualitativos avalados por el análisis de contenidos que se realiza de cada una de las opiniones.

La utilización del método Delphi como un procedimiento eficaz de pronosticación de base subjetiva para la validación de resultados científicos en las Ciencias de la Educación ha quedado demostrado en las investigaciones de Cuesta (2013) y Cabero y Infante (2014), y en particular en el área del seguimiento de egresados o graduados^{2, 3}.

Por tal motivo, el objetivo del presente trabajo es contribuir mediante la modelación estadístico-matemática a la validación teórica de una metodología para el seguimiento de egresados de carreras de perfil técnico agropecuario.

MÉTODOS

La aplicación de la modelación estadístico-matemática para la validación teórica de la metodología propuesta como resultado científico, siguió una secuencia metodológica para conseguir el objetivo de investigación, en correspondencia con los postulados del método Delphi, organizada en tres fases fundamentales: preliminar, exploratoria y final (Blasco *et al.*, 2010; Fernández de Castro y López, 2013).

The Delphi Method is considered one of the most efficient and reliable forecasting methods of subjective basis by combining the quantitative statistical mathematics analysis of the results with qualitative analysis criteria (Fernandez de Castro & Lopez, 2013). The main novelty of the method lies on the use, from the first stage, of a questionnaire structured by the coordinating group of the study, adding or modifying, if necessary, the different opinions of experts in the successive stages until attaining stability, consistency, and reliability in the judgments (Varela *et al.*, 2012; Fernandez de Castro & Lopez, 2013), that is, until obtaining a trustworthy group opinion from geographically spread experts (Landeta, 1999). In spite of the advantages and benefits expressed in the previous paragraphs, which make the Delphi Method a special case of the general method of the criterion of experts, it has some drawbacks, being the main: the implementation time in respect to the mass participation, the over estimation of its application, and the emphasis on the statistical processing to the detriment of the qualitative analysis .

These aspects were taken into account in this research trying to reduce the negative effects by: setting up to 30 days, the maximum time for responding the questionnaires in order to avoid rushed responses/opinions, using the ANOCHI coefficient for the analysis of the consistency and reliability as the concordance index of the effective accord shown in the data in relation to the most likely accord, and the deepening into the analysis of the qualitative criteria supported by the analysis of the contents of each of the opinions.

The utilization of the Delphi Method as efficient procedure of prediction of subjective basis for validating the scientific results in the Education Sciences has been proved in studies of Cuesta (2013) and Cabero & Infante (2014), and, in particular, in the area of tracking alumni or graduates, in the studies^{2, 3}.

Therefore, the object of this research is to contribute through statistical mathematics modeling to the validation of a methodology for tracking graduates of the agricultural field.

METHODS

The application of statistical mathematics modeling for the theoretical validation of the proposed methodology as a scientific result followed a methodological sequence to attain the goal of the research in correspondence with the propositions of Delphi Method. It was organized in three fundamental stages: preliminary, exploratory, and final (Blasco *et al.*, 2010; Fernandez de Castro & Lopez, 2013).

¹ SUANES, H.: Métodos estadísticos que se aplican en las investigaciones pedagógicas, Ed. Academia de las FAR General «Máximo Gómez Báez», 117 p., 2009.

² GASPAR, A.: Metodología para el Seguimiento de Graduados de las Carreras Agrarias del Instituto Superior Politécnico de Kwanza Sul (ISPKS), Universidad Agraria de La Habana, Tesis de Doctorado, Mayabeque, Cuba, 218 p., 2015.

³ ÁLVAREZ, J.E.: La Inserción Laboral de los Graduados de la Carrera de Administración de Empresas de UNIANDES, Universidad de Matanzas, Tesis de Doctorado, Matanzas, Cuba, 198 p., 2016.

Fase preliminar

En esta primera fase, se conformaron los grupos coordinador y de expertos, encargados de realizar la validación teórica de la metodología propuesta. El grupo coordinador se conformó por dos doctores y un master del Centro de Estudios de la Educación Superior Agropecuaria de la Universidad Agraria de La Habana. Para su composición se tuvieron en cuenta las características definitorias propuestas por Calabuig y Crespo (2009), que son: buen conocimiento del método Delphi, ser investigadores académicos relacionados con el tema a estudiar y tener gran facilidad de intercomunicación al trabajar conjuntamente en otros estudios. Este grupo asumió la responsabilidad de seleccionar el grupo de expertos, interpretar los resultados de la investigación y realizar los ajustes y correcciones necesarios.

La selección del grupo de expertos, precisó fijar como criterio fundamental de selección la competencia de los candidatos en el área del conocimiento de la investigación, sobre la base de su currículo personal. Se identificaron 30 posibles candidatos, de los cuales se descartaron 7 por falta de disposición a participar. A los 23 expertos que quedaron del total inicial se les aplicó la metodología propuesta por el Comité Estatal para la Ciencia y la Técnica de Rusia, elaborada en 1971, para determinar su coeficiente de competencia sobre el tema de investigación (Oñate *et al.*, 1988). El coeficiente de competencia se calcula por la siguiente ecuación:

$$K = \frac{1}{2} (kc + ka)$$

donde:

kc- es el coeficiente de conocimiento o información del experto acerca del problema, calculado sobre la autoevaluación del experto en escala del 0 al 10 y multiplicado por 0,1.

ka- es el coeficiente de argumentación o fundamentación de los criterios del experto, obtenido como resultado de la suma de los puntos alcanzados a partir de una tabla patrón.

Fase exploratoria

En esta segunda fase se generan las tres rondas de consulta para la validación de la metodología propuesta como resultado científico. La primera ronda se lleva a cabo en el seno del grupo coordinador, cuyos resultados dan lugar a la confección de la primera versión del cuestionario, el cual incluyó una escala de respuesta tipo Likert con 5 categorías para recoger las valoraciones cuantitativas de las dos dimensiones (conceptual y operacional) de la metodología, el nivel de adecuación de la estructura de la dimensión operacional, las relaciones entre sus componentes en su representación esquemática, así como su Relevancia, Pertinencia y Coherencia. Además, se incluyó una pregunta abierta para recoger las valoraciones cualitativas de cada experto en relación con los ítems sometidos a valoración; en términos de modificación, inclusión o eliminación.

El cuestionario se sometió a dos rondas de valoración crítica del grupo de expertos, con vistas a obtener los criterios cuantitativos y cualitativos más estables. El envío y la recepción del mismo se realizaron por correo electrónico en archivo adjunto. El plazo máximo dado para responder fue de 30 días. Se le asignó un número a cada experto para garantizar el anonimato.

Preliminary stage

In this first stage, the coordinating group and that of experts were formed. They were in charge of the theoretical validation of the proposed methodology. The coordinating group was made up by two PhD's and one Master's degree holders of the Center of Studies of the Higher Agricultural Education of the Agrarian University of Havana. For its composition, the defining characteristics proposed by Calabuig & Crespo (2009), were taken into consideration. They are: to possess good knowledge of the Delphi Method, to be academic researcher related to the matter under study, and to have intercom skills when working in groups in other studies. This group assumed the responsibility of selecting the group of experts, interpreting the research results, and performing the necessary adjustments and corrections.

For selecting the group of experts, the competence of the candidates in the field of the research was set as fundamental criterion of selection, based on their personal curricula. Thirty possible candidates were identified, out of which seven were discarded due to unwillingness to participate. The methodology proposed by the State Committee for Science and Technology of Russia, elaborated in 1971 was applied to the remaining twenty-three experts out of the initial total to determine their coefficient of competence on the research matter (Oñate *et al.*, 1988). The coefficient of competence was calculated by the following formula:

$$K = \frac{1}{2} (kc + ka)$$

Where:

kc- is the coefficient of knowledge or information of the expert about the problem, calculated according to the self-evaluation of the expert in a scale from 0 to 10 and multiplied by 0.1.

ka- is the coefficient of argumentation or elaboration of the criteria of the experts, obtained as the result of the sum of the scores out of a table pattern.

Exploratory stage

In this second stage, the three consultation rounds were generated to validate the proposed methodology as a scientific result. The first round was conducted within the coordinating group. The results led to the first version of the questionnaire, which included a response scale of the Likert type with five categories to collect the quantitative evaluations of the two dimensions (conceptual and operational) of the methodology, the adequacy level of the structure of the operational dimension, the relations between the components in their schematic representation, as well as their relevance, pertinence, and coherence. Besides, an open question was included to collect the qualitative criteria from each expert in relation to the items under assessment, in terms of modification, inclusion or removal.

The questionnaire was subject to two rounds of critical evaluation by the group of experts to obtain the most stable quantitative and qualitative criteria. It was sent and received through e-mail in an attached file. The maximum time-limit to respond was of 30 days. One number was assigned to each expert to guarantee his/her anonymity.

Los resultados de las rondas de consulta al grupo de expertos, se analizaron cuantitativamente aplicando la metodología descrita por Green en 1954, adaptada para su tratamiento estadístico matemático por Oñate *et al.* (1988), y procesados mediante el sistema automatizado para el procesamiento del método de consulta a expertos versión 1.0 (Hurtado De Mendoza y Méndez, 2007).

Para el análisis de la consistencia y fiabilidad de los resultados, se aplicó el Coeficiente de ANOCHI, definido como el índice de concordancia del acuerdo efectivo mostrado en los datos en relación con el acuerdo máximo posible. Esta aplicación estadística no paramétrica permite determinar la asociación entre el número de expertos, el número de ítems y las valoraciones entre los criterios aportados (Madrid *et al.*, 2013). Los pasos para calcularlo son:

- Determinar las diferencias de los rangos (DR) asignados para cada ítem a partir de todas las combinaciones de pares de jueces, utilizando la expresión $n! / 2! (n-2)!$.
- Calcular la fracción de discrepancia (FD) de cada ítem y el promedio de los n ítems, utilizando la expresión $FD = DR / DRM$. El valor de la diferencia de rangos máximos (DRM) se toma de la tabla de diferencia de rango máxima de las evaluaciones de n jueces propuestas.
- Calcular la fracción de coincidencia (FC) de cada ítem y la del promedio como coeficiente de ANOCHI a partir del complemento del valor 1, utilizando la expresión $FC = (1 - FD)$.

Por último, para el análisis estadístico matemático de las respuestas a los ítems sobre el nivel de adecuación de la estructura de la dimensión operacional, de las relaciones que se establecen entre sus componentes en la representación esquemática, así como la Relevancia, Pertinencia y Coherencia de la metodología propuesta, se aplicó la estadística descriptiva mediante análisis de frecuencias. Además, se realizó un análisis cualitativo de las opiniones expresadas por los expertos a la pregunta abierta.

Fase Final

En esta fase se sintetizan los resultados de la modelación estadístico-matemática empleando el Método Delphi como modelo cualitativo de validación teórica, dando lugar a la versión definitiva de la metodología para el seguimiento de egresados de carreras de perfil técnico agropecuario.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fase preliminar

La consulta a los expertos arrojó como resultado que 23 alcanzaron un coeficiente de competencia alto para dar criterios válidos y confiables sobre la metodología propuesta (Tabla 1), cifra que se corresponde con los números aceptables de expertos que debe estar entre 15 y 30 para un margen de error del 5% al 1% cuando constituyen muestra de cierta población normal (Luna *et al.*, 2005). Otras características relevantes a destacar sobre los expertos son que el 83,6% son Profesores Titulares, el 95,6% son Doctores en Ciencias y poseen 34 años promedio de experiencia en la educación superior.

The results of the consultation rounds to the group of experts were analyzed quantitatively applying the methodology described by Green in 1954, being adapted for the statistical mathematics processing by Oñate *et al.* (1988). They were processed through the automated system for the method of consulting experts, version 1.0 (Hurtado De Mendoza y Mendez, 2007).

The ANOCHI coefficient was applied for analyzing the consistency and reliability of the results. It was defined as the concordance index of the effective accord shown in the data in respect to the most likely accord. This non-parametric statistics application allows determining the relation among the number of experts, the number of items, and the evaluations among the criteria (Madrid *et al.*, 2013). The steps to calculate it are:

- Determine the range differences (RD) for each item from all combinations of pairs of judges, using the expression $n! / 2! (n-2)!$
- Calculate the discrepancy fraction (DF) of each item and the average of n items, using the expression $DF = RD / MRD$. The maximum range difference (MRD) value is taken from the maximum range difference table of the evaluations of n judges proposed.
- Calculate the coincidence fraction (CF) of each item and that of the average as ANOCHI coefficient out of the complement of the 1 value, using the expression $CF = (1 - DF)$.

Finally, descriptive statistics was applied through frequency analysis for the statistical mathematics processing of the responses to the items about the correctness level of the structure of the operational dimension, of the relations between the components in the schematic representation, as well as of the Relevance, Pertinence and Coherence of the proposed methodology. Besides, a qualitative analysis was performed for the criteria of the experts about the open question.

Final stage

In this stage, the results of the statistical mathematics modeling were synthesized using the Delphi Method as qualitative model of theoretical validation, producing the definitive version of the methodology to track graduates of the agricultural field.

RESULTS AND DISCUSSION

Preliminary stage

The consultation of the experts brought about as outcome that 23 reached a high competence coefficient to provide valid and reliable criteria on the proposed methodology (Table 1). This figure is in correspondence with the acceptable number of experts, which must be between 15 and 30 for an error margin of 5% to 1% when dealing with samples of a certain normal population (Luna *et al.*, 2005). Other outstanding traits about the experts were that 83.6% were Senior Professors, 95.6% were PhDs, and that they had 34 years of experience, on average, in Higher Education.

Fase exploratoria

La fase constó de tres rondas de consulta para la validación de la metodología propuesta como resultado científico. En la primera ronda se sometió a la valoración del grupo coordinador la versión inicial del cuestionario, arrojando como resultados un grupo de consideraciones de orden cualitativo que favorecieron el ajuste y corrección de sus ítems.

Una vez modificado el cuestionario a partir de las consideraciones obtenidas como resultado de la primera ronda, se sometió a una segunda ronda de consulta al grupo de expertos, cuyos resultados cuantitativos de las valoraciones realizadas se procesaron mediante análisis estadístico matemático aplicando el proceder descrito en los métodos.

Exploratory stage

This stage had three consultation rounds to validate the methodology proposed as scientific outcome. In the first round, the initial version of the questionnaire was subject to the assessment of the coordinating group. The result was a series of considerations of qualitative matter that favoured the adjustment and correction of the items.

Once the questionnaire was modified according to the considerations of the first round, it was subject to a second consultation round by the group of experts. The quantitative results of the evaluations were processed through statistical mathematics analysis applying the processing described in the methods.

TABLA 1. Resultado del procesamiento para la determinación del coeficiente de competencia de los expertos
TABLE 1. Outcome of the processing to determine the competence coefficient of the experts

Expert	Kc	Ka	K	Valuation
1	0.9	0.9	0.9	High
2	0.9	1	0.95	High
3	1	1	1	High
4	0.8	0.8	0.8	High
5	0.8	0.9	0.85	High
6	0.8	0.8	0.8	High
7	1	1	1	High
8	0.9	0.9	0.9	High
9	1	1	1	High
10	0.8	0.8	0.8	High
11	0.9	1	0.95	High
12	0.9	0.8	0.85	High
13	1	1	1	High
14	0.9	1	0.95	High
15	0.9	0.9	0.9	High
16	0.8	0.9	0.85	High
17	0.8	0.8	0.8	High
18	0.8	0.9	0.85	High
19	0.8	0.8	0.8	High
20	1	1	1	High
21	0.8	0.8	0.8	High
22	0.9	1	0.95	High
23	1	1	1	High

En las Tablas 2 y 3 se puede apreciar que los 19 ítems que componen la dimensión conceptual y los 10 ítems que componen la dimensión operacional fueron considerados como muy adecuados por los expertos. Sin embargo, el Coeficiente de ANOCHI, para un valor de diferencia de rango máxima (DRM) de 224, da valores de 0,40 para la dimensión conceptual y 0,33 para la dimensión operacional, lo que indica una débil o baja fiabilidad de los criterios de los expertos (Tabla 4).

En cuanto al nivel de adecuación de la estructura de la dimensión operacional y las relaciones que se establecen entre sus componentes en la representación esquemática de la metodología, las evaluaciones resultaron muy adecuado en el 57% para ambos casos. La valoración de la Relevancia, Pertinencia y Coherencia de la metodología propuesta, arrojó que un 78,3% la consideró muy relevante, un 82,6% muy pertinente y un 60,9% muy coherente.

Tables 2 and 3 show that, the 19 items of the conceptual dimension and the 10 items of the operational dimension, were considered quite adequate by the experts. Nevertheless, the ANOCHI coefficient for a maximum range difference (MRD) value of 224 gave values of 0.40 for the conceptual dimension, and 0.33 for the operational dimension, which showed a weak or low reliability of the criteria of the experts (Table 4).

In respect to the modification level of the structure of the operational dimension and the relations between the components in the schematic representation of the methodology, the evaluations were quite adequate in 57% for both. The evaluation of the Relevance, Pertinence, and Coherence of the proposed methodology brought about 78% very relevant, 82.6% very pertinent, and 60.9% very coherent.

TABLA 2. Resultados estadísticos matemáticos del análisis de las respuestas a la consulta de los expertos sobre la dimensión conceptual de la metodología propuesta

TABLE 2. Statistical mathematics results of the analysis of the responses to the consultation of the experts about the conceptual dimension of the proposed methodology

Aspects of the operational dimension	Accumulated frequencies					Relative frequencies				Images for the inv. of the normal curve				It adds	Ave.	N-P	Category
	C1	C2	C3	C4	C5	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4				
1.1	13	22	23	23	23	0.5652	0.9565	1.0000	1.0000	0.17	1.71	3.09	3.09	8.06	2.01	-0.42	MA
1.2	17	23	23	23	23	0.7391	1.0000	1.0000	1.0000	0.64	3.09	3.09	3.09	9.91	2.48	-0.89	MA
1.3	14	22	22	23	23	0.6086	0.9565	0.9565	1.0000	0.28	1.71	1.71	3.09	6.79	1.7	-0.12	MA
1.4	16	23	23	23	23	0.6956	1.0000	1.0000	1.0000	0.51	3.09	3.09	3.09	9.78	2.44	-0.85	MA
1.5	20	23	23	23	23	0.8695	1.0000	1.0000	1.0000	1.12	3.09	3.09	3.09	10.39	2.59	-1.01	MA
2.1	13	20	20	23	23	0.5652	0.8695	0.8695	1.0000	0.17	1.12	1.12	3.09	5.5	1.37	0.21	MA
3.1	20	20	20	23	23	0.8695	0.8695	0.8695	1.0000	1.12	1.12	1.12	3.09	6.45	1.61	-0.03	MA
3.2	13	19	20	23	23	0.5652	0.8260	0.8695	1.0000	0.17	0.94	1.12	3.09	5.32	1.33	0.25	MA
3.3	18	21	21	23	23	0.7826	0.9130	0.9130	1.0000	0.78	1.36	1.36	3.09	6.59	1.64	-0.06	MA
4.1	16	22	22	23	23	0.6956	0.9565	0.9565	1.0000	0.51	1.71	1.71	3.09	7.02	1.75	-0.17	MA
4.2	17	22	23	23	23	0.7391	0.9565	1.0000	1.0000	0.64	1.71	3.09	3.09	8.53	2.13	-0.55	MA
4.3	18	22	22	23	23	0.7826	0.9565	0.9565	1.0000	0.78	1.71	1.71	3.09	7.29	1.82	-0.24	MA
5.1	20	22	22	23	23	0.8695	0.9565	0.9565	1.0000	1.12	1.71	1.71	3.09	7.63	1.90	-0.32	MA
5.2	20	23	23	23	23	0.8695	1.0000	1.0000	1.0000	1.12	3.09	3.09	3.09	10.39	2.59	-1.01	MA
6.1	15	21	21	23	23	0.6521	0.9130	0.9130	1.0000	0.39	1.36	1.36	3.09	6.2	1.55	0.03	MA
6.2	17	22	22	23	23	0.7391	0.9565	0.9565	1.0000	0.64	1.71	1.71	3.09	7.15	1.78	-0.2	MA
7.1	20	23	23	23	23	0.8695	1.0000	1.0000	1.0000	1.12	3.09	3.09	3.09	10.39	2.59	-0.96	MA
7.2	18	20	22	23	23	0.7826	0.8695	0.9565	1.0000	0.78	1.12	1.71	3.09	6.7	1.67	-0.09	MA
7.3	20	23	23	23	23	0.8695	1.0000	1.0000	1.0000	1.12	3.09	3.09	3.09	10.39	2.59	-1.01	MA
Cut-off points										0.69	1.97	2.16	3.09	150.5			

TABLA 3. Resultados estadísticos matemáticos del análisis de las respuestas a la consulta de los expertos sobre la dimensión operacional de la metodología propuesta

TABLE 3. Statistical mathematics results of the analysis of the responses to the consultation of the experts about the operational dimension of the proposed methodology

Aspects of the operational dimension	Accumulated frequencies					Relative frequencies				Images for the inv. of the normal curve				It adds a	Ave.	N-P	Category
	C1	C2	C3	C4	C5	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4				
I.1	15	20	22	23	23	0.6521	0.8695	0.9565	1.0000	0.39	1.12	1.71	3.09	6.31	1.58	-0.57	MA
I.2	17	23	23	23	23	0.7391	1.0000	1.0000	1.0000	0.64	3.09	3.09	3.09	9.91	2.48	-1.47	MA
I.3	16	23	23	23	23	0.6956	1.0000	1.0000	1.0000	0.51	3.09	3.09	3.09	9.78	2.44	-1.43	MA
II.1	12	20	22	23	23	0.5217	0.8695	0.9565	1.0000	0.05	1.12	1.71	3.09	5.97	1.49	-0.41	MA
II.2	18	22	22	23	23	0.7826	0.9565	0.9565	1.0000	0.78	1.71	1.71	3.09	7.29	1.82	-0.81	MA
II.3	14	20	22	23	23	0.6086	0.8695	0.9565	1.0000	0.28	1.12	1.71	3.09	6.2	1.55	-0.54	MA
II.4	17	22	22	23	23	0.7391	0.9565	0.9565	1.0000	0.64	1.71	1.71	3.09	7.15	1.79	1.01	MA
III.1	15	19	21	23	23	0.6521	0.8260	0.9130	1.0000	0.39	0.94	1.36	3.09	5.78	1.44	-0.43	MA
III.2	20	22	23	23	23	0.8695	0.9565	1.0000	1.0000	1.12	1.71	3.09	3.09	9.01	2.25	-1.24	MA
III.3	19	23	23	23	23	0.8260	1.0000	1.0000	1.0000	0.94	3.09	3.09	3.09	10.21	2.55	-1.24	MA
Cut-off points										0.57	1.88	2.22	3.09	77.61			

TABLA 4. Resultados estadísticos matemáticos del Coeficiente de ANOCHI
TABLE 4. Statistical mathematics results of the ANOCHI coefficient

	Conceptual dimension	Operational dimension
Average of RD	134.3	149.4
Average of DF	0.60	0.67
Coefficient of ANOCHI	0.40	0.33

Teniendo en cuenta que el Coeficiente de ANOCHI muestra una débil o baja fiabilidad de los criterios de los expertos, que se considera con problemas la coherencia entre los componentes de la metodología, así como que los expertos plantearon un grupo de consideraciones de orden cualitativo en términos de modificación, inclusión o eliminación, se llevó a cabo la adecuación de la estructura de la metodología.

Una vez modificada la estructura de la metodología propuesta teniendo en cuenta las sugerencias de los expertos, fueron devueltos los resultados estadísticos tabulados y el cuestionario modificado al grupo de expertos para una tercera ronda de consulta, para que cada uno reconsiderara sus criterios en caso necesario o mantuviera la estabilidad, consistencia y fiabilidad de los juicios emitidos. Los resultados de las valoraciones realizadas se procesaron mediante el análisis estadístico matemático aplicado en la segunda ronda.

Fase Final

La modelación estadístico-matemática mediante el empleo del Método Delphi como modelo cualitativo de validación teórica evidenció que los 17 aspectos que componen la dimensión conceptual y los 14 aspectos de la dimensión operacional fueron considerados como muy adecuados por los expertos, el Coeficiente de ANOCHI, para un valor de diferencia de rango máxima (DRM) de 224, da valores de 0,89 y 0,95 para ambas dimensiones respectivamente lo que indica una elevada o muy buena fiabilidad de los criterios de los expertos, así como el 100% de los expertos consultados valoró de muy adecuado la estructura de la dimensión operacional, las relaciones que se establecen entre los componentes de la metodología en la representación esquemática, y la Relevancia, Pertinencia y Coherencia de la misma.

Los resultados antes descritos evidencian una estabilidad, consistencia y fiabilidad de los juicios emitidos por los expertos, por lo que se consideró que la estructura de la metodología para el seguimiento de egresados de carreras de perfil técnico agropecuario, en la forma que se presenta es suficiente para la investigación, razón por la cual no se realiza una nueva ronda coincidiendo con lo expresado por otros autores en sus investigaciones (Blasco *et al.*, 2010; Fernández de Castro y López, 2013). La estructura definitiva se presenta en la Tabla 5.

The methodology structure was modified considering that the ANOCHI coefficient showed a weak or low reliability of the criteria of the experts. that there were problems in the coherence between the components of the methodology proposed as scientific result to be validated. and that the experts stated a series of considerations of qualitative matter in terms of modification. inclusion. or removal.

Once the structure of the proposed methodology was modified. taking into account the suggestions of the experts. the tabulated statistical results and the modified questionnaire were given back to the group of experts for a third round of consultation for each of them reconsidered their criteria. if necessary. or kept the stability. consistence. and reliability of their judgments. The results of the evaluations were processed through the statistical mathematics analysis applied in the second round.

Final stage

The statistical mathematics modeling through the Delphi Method as qualitative model of theoretical validation brought about as results that the conceptual dimension. composed of 17 items. and the operational dimension. composed of 14 items. were considered as adequate by the experts; that the ANOCHI coefficient. for a maximum range difference (MRD) value of 224. produced values of 0.89 and 0.95 for both dimensions. respectively. indicating a high or very good reliability of the criteria of the experts; as well as that the 100% of the experts considered quite adequate the structure of the operational dimension. the relations between the components of the methodology in the schematic representation. and the Relevance. Pertinence. and Coherence.

The previous results evidenced the stability. consistency. and reliability of the judgments of the experts. Thus. it was considered that the structure of the methodology to track the graduates of the agricultural field was suitable in this form. Thus. a new round was not conducted. as suggested by other authors (Blasco *et al.*. 2010; Fernandez de Castro & Lopez. 2013).The definite structure is shown in Table 5.

TABLA 5. Estructura de la metodología para el seguimiento de los egresados de carreras de perfil técnico agropecuario
TABLE 5. Structure of the methodology to track graduates of the agricultural field

Dimensions	Aspects of each dimension
Conceptual	<p>Basis</p> <p>Education philosophy</p> <p>Education sociology</p> <p>Education psychology</p> <p>Pedagogy</p> <p>Education economics</p> <p>General objective</p> <p>2.1. To determine the fundamental aspects characterizing the training. adaptation. and employment of graduates of the agricultural field in the Agrarian University of Havana in accordance with the sceneries. conditions. and demands of the work world in the Cuban context.</p> <p>Principles</p> <p>3.1. Flexibility</p> <p>3.2. Process integrality</p> <p>3.3. Participation</p> <p>3.4. Contextualization</p> <p>Approaches</p> <p>4.1. Strategic approach</p> <p>4.2. System approach</p> <p>4.3. Process approach</p> <p>Qualities</p> <p>5.1. It is added to the processes of quality management of the Agrarian University of Havana and of institutional evaluation and credit.</p> <p>5.2. It responds to the conditions and peculiarities of the agricultural careers in the Agrarian University of Havana.</p> <p>Premises</p> <p>6.1. Interest and motivation by the university direction. professors. students. alumni. employers. OACES. and OSDE in the tracking of graduates.</p> <p>6.2. Recognition of the university community. alumni. employers. OACES and OSDE to the methodology as a tool to improve continuously the quality of the graduates.</p>
Operational	<p>I. Stage of planning and organization</p> <p>1.1. Creation of the group of experts</p> <p>1.2. Determination of the scope of the tracking of the graduates</p> <p>1.3. Stage assessment</p> <p>II. Implementation stage</p> <p>II.1. Creation of the research team</p> <p>II.2. Data collection</p> <p>II.3. Data processing</p> <p>II.4. Stage assessment</p> <p>III. Evaluation stage</p> <p>III.1. Report elaboration</p> <p>III.2. Workshop for the socialization of the outcomes</p> <p>III.3. Assessment of the Improvement Plan</p> <p>III.4. Methodology evaluation</p>

CONCLUSIONES

- La modelación estadístico-matemática mediante el empleo del Método Delphi como modelo cualitativo de validación teórica confirmó la estabilidad, consistencia y fiabilidad de los juicios emitidos por los expertos consultados en relación a la validez y factibilidad teórica de la metodología para el seguimiento de los egresados de carreras de perfil técnico agropecuario. Las dimensiones conceptual y operacional que la componen fueron enriquecidas con las opiniones de los participantes, que otorgaron

CONCLUSIONS

- The statistical mathematics modeling through the Delphi Method as qualitative model of theoretical validation confirmed the stability. consistency. and reliability of the judgments of the experts in respect to the validity and theoretical reliability of the methodology to track graduates of the agricultural field. The conceptual and operational dimensions were enriched by the criteria of the participants. who provided Relevance. Pertinence. and Coherence. The-

Relevancia, Pertinencia y Coherencia. Por todo lo antes expresado, se puede considerar su implementación en la práctica en la carrera de Ingeniería Agrícola en la Universidad Agraria de La Habana, para la exploración empírica de su factibilidad práctica.

refore. the implementation of this methodology. in practice. in the Agricultural Engineer career may be conducted in the Agrarian University of Havana to test empirically its practical feasibility.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BLASCO, M.J.E.; LÓPEZ, P.A.; MENGUAL, A.S.: "Validación mediante el método Delphi de un cuestionario para conocer las experiencias e interés hacia las actividades acuáticas con especial atención al Winsurf", *Agora para la Educación Física y el Deporte*, 12(1): 75-94, 2010, ISSN: 1578-2174.
- CABERO, A.J.; INFANTE, M.A.: "Empleo del Método Delphi y su empleo en la investigación en comunicación y educación", *EDUTECH. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 48: 1-16, 2014, ISSN: 1135-9250.
- CALABUIG, M.F.; CRESPO, H.J.: "Uso del método Delphi para la elaboración de una medida de la calidad percibida de los espectadores de eventos deportivos", *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (15): 21-25, 2009, ISSN: 1579-1726.
- CHÁVEZ, E.D.; SABÍN, R.Y.; TOLEDO, D.V.; JIMÉNEZ, Á.Y.: "La Matemática: una herramienta aplicable a la Ingeniería Agrícola", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 22(3): 81-84, septiembre de 2013, ISSN: 2071-0054.
- CUESTA, G.J.L.: "Aplicación de la técnica Delphi en el proceso de validación de un instrumento", *Curriculum: Revista de teoría, investigación y práctica educativa*, (26): 135-160, 2013, ISSN: 1130-5371.
- FERNÁNDEZ DE CASTRO, F.A.; LÓPEZ, P.A.: "Validación mediante método Delphi de un sistema de indicadores para prever, diseñar y medir el impacto sobre el desarrollo local de los proyectos de investigación en el sector agropecuario", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 22(3): 54-60, septiembre de 2013, ISSN: 2071-0054.
- GUERRA, B.C.W.; HERRERA, V.M.; VÁZQUEZ, A.Y.; QUINTERO, B.A.B.: "Contribución de la Estadística al análisis de variables categóricas: Aplicación del Análisis de Regresión Categórica en las Ciencias Agropecuarias", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 23(1): 68-73, marzo de 2014, ISSN: 2071-0054.
- HURTADO DE MENDOZA, S.; MÉNDEZ, D.: *Sistema automatizado parra método consulta experto*, (Versión 1.0), [Multiplataforma], Ed. Cecofis, La Habana, Cuba, 2007.
- LANDETA, J.: *El método Delphi: Una técnica de previsión para la incertidumbre, [en línea]*, Ed. Ariel Practicum, Barcelona, España, 618 p., 1999, Disponible en: http://www.academia.edu/3487496/El_m%C3%A9todo_Delphi_una_t%C3%A9cnica_de_previsi%C3%B3n_para_la_incetidumbre, [Consulta: 21 de septiembre de 2016].
- LUNA, H.P.; INFANTE, M.A.; MARTÍNEZ, L.F.J.: "Los Delphi como fundamento metodológico predictivo para la investigación en sistemas de información y tecnologías de la información (IS/IT)", *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, (26): 89-112, 2005, ISSN: 1133-8482.
- MADRID, A.; BUSTOS, R.; ORTIZ, J.; RÍOS, A.: "Diseño de una metodología para la implementación de un repositorio electrónico de conocimiento", *Revista Internacional Administración & Finanzas*, 6(5): 1-15, 2013, ISSN: 2157-3182.
- OÑATE, N.; RAMOS, L.; DÍAZ, A.: "Utilización del Método Delphi en la pronosticación: Una experiencia inicial.", *Cuba: Economía Planificada*, 3(4): 9-48, 1988.
- VARELA, M.; DÍAZ, L.; GARCÍA, R.: "Descripción y usos del método Delphi en investigaciones del área de la salud", *Investigación en Educación Médica*, 1(2): 90-95, 2012, ISSN: 2007-5057.
- VÁZQUEZ, A.Y.; GUERRA, B.C.W.; SÁNCHEZ, L.O.E.: "Modelación Estadístico-Matemática para el estudio de la sostenibilidad socioeconómica en el sector agrícola-pecuario del municipio San José de las Lajas, provincia Mayabeque", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 20(4): 69-74, diciembre de 2011, ISSN: 2071-0054.

Received: 27/12/2015.

Approved: 08/07/2016

Reinaldo Guerrero-Mantilla, Profesor Auxiliar, Empresa de Transporte y Talleres del Ministerio de Educación Superior, Mayabeque, Cuba. Correo electrónico: reinaldo@unah.edu.cu

José Roberto Capó-Pérez, Correo electrónico: capo@unah.edu.cu

Alexander López-Padrón, Correo electrónico: alejo@unah.edu.cu