

## Propuesta de un modelo de evaluación bidimensional en Moodle

**Natalia P. Layedra L.**

Facultad de Informática y Electrónica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Panamericana Sur Km 1½, Riobamba, Ecuador.

Autor para correspondencia: [nlayedra@esPOCH.edu.ec](mailto:nlayedra@esPOCH.edu.ec)

Fecha de recepción: 21 de septiembre de 2014 - Fecha de aceptación: 17 de octubre de 2014

### RESUMEN

El modelo de evaluación bidimensional MEB en la educación superior, propuesto en este trabajo mide el conocimiento de estudiantes versus grado de certeza. El análisis de estas dos dimensiones permite al profesor determinar áreas de conocimiento a profundizar con sus estudiantes. La investigación fue descriptiva y correlacional, fueron aplicados métodos científico e inductivo. Las técnicas utilizadas fueron cuestionarios y análisis estadístico y recursos técnicos fueron: sistema de gestión de aprendizaje Moodle, software para análisis matemático MATLAB, EXCEL, laboratorios de la Facultad de Informática y Electrónica (FIE) de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), institución donde se llevó a cabo el estudio. El MEB propone la aplicación de cuestionarios de selección múltiple con el mecanismo CBM (Certainty based marking - Marcado basado en la certeza), sobre un aula virtual creada en el sistema Moodle. CBM permite medir por cada pregunta de un cuestionario las dimensiones conocimiento y certeza.

**Palabras clave:** Propuesta metodológica, modelo de evaluación bidimensional (MEB), evaluación automatizada, Moodle, sistemas de gestión de aprendizaje, aprendizaje, evaluación educativa.

### ABSTRACT

The two-dimension evaluation model (TEM) for higher education, proposed in this research work measures student's knowledge versus their certainty. The analysis for these two dimensions allows teachers to emphasize certain areas with the students. This investigation was descriptive and correlational, besides, scientist and inductive methods were applied. Questionnaires and statistical analysis were used in the research. The technical resources used in this research work were: learning management system Moodle, mathematical analysis software MATLAB, EXCEL, labs in ESPOCH campus. TEM proposes the application of multiple selection questionnaires with CBM (Certainty based marking), on a virtual classroom created on Moodle. CBM measures on each question the two dimensions: knowledge and certainty.

**Keywords:** Methodological proposal, two-dimension evaluation model (TEM), automatic evaluation, Moodle, learning management system, learning, educational evaluation.

## 1. INTRODUCCIÓN

La evaluación es un instrumento que ayuda a medir el grado de conocimiento que el estudiante adquirió durante un período de tiempo. Pero este instrumento, la mayor parte del tiempo otorga valores cerrados que simplemente dicen si se sabe o no un tema específico. Por lo general las evaluaciones dan un valor cuantitativo al conocimiento del estudiante, pero no dan un aspecto cualitativo que determine el nivel de confianza que tiene el estudiante en el conocimiento adquirido. Al calificar las evaluaciones, el docente simplemente puede tener un indicador que le diga que un porcentaje del curso está bien y otro porcentaje está bajo. Pero para verificar la confianza que tienen

los estudiantes en sus propios conocimientos, adquiridos en el aula y en su estudio personal, se necesita evaluar una segunda dimensión del aprendizaje dentro de las evaluaciones, que mida en qué porcentaje el estudiante confió en su propio conocimiento de una materia.

Este trabajo de investigación está presentado con el objetivo de proponer un modelo de evaluación educativa en el cual los profesores de enseñanza superior, puedan no solo evaluar los conocimientos de los estudiantes, sino también, el grado de certeza que éstos tengan al momento de responder un examen con los conocimientos adquiridos de una materia. Lo que se persigue con este modelo es que el proceso educativo mejore, tanto para el profesor como para el estudiante, concientizando la manera de cómo impartir y receptor las clases.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para el presente trabajo, el diseño de investigación utilizado es cuasi experimental. Además, en la presente investigación se utilizan dos variables, las cuales van a ser analizadas y procesadas mediante una prueba estadística para comprobar la hipótesis.

El tipo de investigación utilizada en este trabajo es descriptiva. Adicionalmente, se van aplicar medios estadísticos para establecer la relación entre las dimensiones de evaluación estudiadas. Esta investigación también es aplicativa, ya que está basada en estudios previos y procesos aplicados en otros entornos similares al de este trabajo.

La población seleccionada para realizar el estudio está constituida por los estudiantes de la Facultad de Informática y Electrónica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, que están bastante familiarizados con el uso de herramientas informáticas para el desarrollo de la mayoría de sus materias. En la facultad, fueron seleccionados 4 grupos de estudiantes para rendir los cuestionarios con la medición de la doble dimensión. De estos 4 grupos, 1 pertenece a la materia de Base de datos (30 estudiantes), del cuarto nivel de la carrera, y los otros tres grupos pertenecen a la materia de Herramientas EDA (44, 31 y 20 estudiantes respectivamente), del segundo nivel de la carrera. En total, 125 estudiantes formaron la muestra. Los grupos fueron seleccionados porque los profesores que imparten estas materias utilizan la plataforma virtual para evaluar a sus estudiantes de forma regular.

En este trabajo de investigación se aplicó el método Científico - Modelo general y se aplicó además en este trabajo el método inductivo porque de las preguntas específicas planteadas al inicio de esta investigación, se obtuvieron las conclusiones generales que se pueden aplicar a otros entornos parecidos al entorno en el que se desarrolló este trabajo.

Mediante la observación, se pudo captar la forma cómo los profesores realizan el proceso de evaluación de sus materias y cuáles son las reacciones de los estudiantes ante dicho proceso. Otra técnica utilizada es la revisión de documentos que puedan tener información relevante acerca del tema de estudio de este trabajo. Finalmente, la técnica de análisis comparativo entre las variables utilizadas en este trabajo es aplicada para establecer una relación entre dichas variables, que permita afirmar o negar la hipótesis propuesta en este trabajo. Los instrumentos de evaluación que se utilizaron en este trabajo son los cuestionarios de selección múltiple. Pero en este caso, son un tipo especial de cuestionarios denominados como bidimensionales.

Los pasos que se siguieron en este trabajo de investigación para aplicar el modelo de evaluación se describen a continuación:

1. Antes de cada evaluación, los estudiantes recibieron las indicaciones acerca del examen que estaban a punto de rendir. A más de seleccionar la respuesta en su examen de opciones múltiples, también debían contestar en una escala de 3 puntos, cuál era su grado de certeza que tenían sobre su respuesta. También se les advirtió de que si respondían de forma errada y su certeza era alta, esto podría afectar su puntaje en la evaluación ya que el Moodle realiza el cálculo respectivo disminuyendo la puntuación de forma proporcional.
2. Los resultados de las evaluaciones, se encuentran separados en cuatro grupos, que representan los cuatro cursos en los que se aplicaron los cuestionarios, de los cuales se muestran los

- valores obtenidos en cada pregunta. Se muestra una pareja de valores: la calificación de la pregunta otorgada por el Moodle, y el grado de certeza con que el estudiante respondió.
3. Se aplicaron dos cuestionarios a los estudiantes.
  4. Para los cálculos realizados se separaron los resultados por pregunta en cada cuestionario. En total se procesaron 25 preguntas: 13 para el primer cuestionario y 12 para el segundo cuestionario. En este caso, ambas evaluaciones fueron calificadas sobre diez puntos con un total de diez preguntas cada una. En este contexto, cada pregunta es analizada según el número de evaluaciones en las cuales apareció, comparando la nota obtenida por el estudiante y el grado de certeza con que éste respondió.
  5. En total fueron ciento veinticinco estudiantes que rindieron la evaluación con CBM.

### 3. MODELOS DE EVALUACIÓN

En el ámbito de la educación, se han creado y estudiado varios modelos de evaluación, que van dirigidos a diversos actores y elementos del proceso educativo. Hay que aclarar que en dicho proceso, no solo se pueden evaluar a los estudiantes, sino también a los profesores, al material didáctico utilizado en clases, al plan de la materia (conocido como currículum o sílabo) establecido a nivel institucional, al espacio físico y virtual utilizado para la impartición de clases, plataformas tecnológicas instaladas en el campus de la institución educativa, estrategias metodológicas, técnicas, entre otros.

El presente trabajo se centra en la evaluación aplicada a los estudiantes para medir sus conocimientos. Esto podría caer en la evaluación tradicional, en donde se utiliza un instrumento de evaluación que puede ser un examen, y dar una calificación cuantitativa a los conocimientos adquiridos por el estudiante. Pero el objetivo de este trabajo es justamente combinar dos dimensiones en la evaluación: una que mida en números el conocimiento del estudiante, y otra que mida en cualidad, la certeza con que el estudiante obtuvo esos conocimientos.

Hoy en día, los modelos pueden ser soportados mediante herramientas informáticas que permitan la automatización del proceso de evaluación. El instrumento más comúnmente utilizado para la evaluación, es el examen, cuestionario o test, en el que se utilizan varios tipos de preguntas que los estudiantes tienen que responder para medir el nivel de asimilación de sus conocimientos sobre un tema específico.

Existen instituciones que ha instalado en su infraestructura tecnológica, plataformas que permitan utilizar las herramientas informáticas con el fin de mejorar el proceso de evaluación a los estudiantes, y con ello, también mejorar el proceso de aprendizaje. Por ejemplo, existen estudios realizados en universidades del extranjero donde aplican este tipo de evaluaciones que miden las dos dimensiones antes mencionadas. La herramienta informática utilizada es el LMS Moodle, debido a su disponibilidad y facilidad de instalación. En estos estudios se describen diversos efectos que se obtienen al aplicar este tipo de evaluaciones en los estudiantes (Vargas, 2004).

### 4. DIMENSIONES DE LA EVALUACIÓN

El instrumento más común de evaluación es el examen, cuestionario o test. El examen consta de un conjunto de preguntas que el estudiante tiene que responder en base a lo revisado en la materia. Con las respuestas dadas, el profesor puede valorar el conocimiento adquirido por los estudiantes en la materia.

En un examen se mide una dimensión del aprendizaje del estudiante, su conocimiento. La dimensión que se mide con un examen, es una respuesta que puede tomar el valor de correcta o incorrecta. En este punto, cabe analizar un conjunto de factores que influyen en la obtención de una nota por parte de un estudiante, una nota que muchas veces no refleja lo que el estudiante realmente sabe.

Muchas veces aun cuando un estudiante ha respondido con una respuesta correcta, no está seguro de que ha respondido bien. Puede ser que un estudiante copió en el examen, y obtuvo una buena calificación. Puede ser que un estudiante respondió de forma errónea pero con la seguridad de haberlo hecho bien. También se puede dar el hecho de definitivamente el estudiante no supo qué ni cómo responder y escribió la primera respuesta que se le ocurrió. Es decir, se pueden dar diversos factores que pueden influir en la nota de un estudiante. La calidad del proceso educativo exige que lo que los estudiantes muestran en sus evaluaciones sea lo mismo que los conocimientos que ellos han obtenido.

La calidad del proceso educativo demanda que los estudiantes estén seguros de lo que aprendieron y de que lo puedan aplicar más adelante, en el siguiente escalón de su formación (Florian, 2010). Es por ello, que es necesario añadir una dimensión extra a la evaluación educativa: la certeza que tienen los estudiantes de los conocimientos que han aprendido y han asimilado a lo largo de un proceso educativo, y de que esa certeza refleje lo que ellos verdaderamente saben y conocen (Gardner-Medwin, 2010).

## 5. HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS DE EVALUACIÓN

En educación se ha hablado mucho acerca de los cambios en los paradigmas y en el proceso de enseñanza. Se han roto con el tiempo filosofías obsoletas que impedían el progreso de los estudiantes y de los mismos profesores que las aplicaban. La educación ha ido evolucionando con los años, y con ello, los actores principales del proceso (profesores y estudiantes) se han ido adaptando al cambio. Lo que sí perdura es el deseo de superación y la búsqueda del conocimiento que lleve a las personas a progresar.

Parte de este cambio en la educación se ha dado debido al uso de las tecnologías de la información que, de forma paralela, ha ido evolucionando con los años. Existe hoy en día una diversidad de sistemas, específicamente educativos, que soportan todas las tareas del proceso. Entre estas tareas está la generación de exámenes para que los estudiantes puedan tomarlos y que éstos puedan ser calificados automáticamente. Este tipo de sistemas son denominados como “Sistemas de Gestión de Aprendizaje” (Learning Managment System por sus siglas en inglés), y se encargan de monitorear y administrar la actividad en el proceso educativo. Estos sistemas permiten tanto a profesores como estudiantes, interactuar en un entorno virtual, en el cual se pueden incluir elementos que forman parte del proceso formativo, desde material didáctico, hasta actividades que los estudiantes puedan ejecutar en línea.

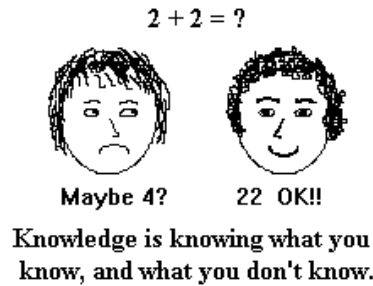
Moodle es un LMS bastante utilizado en el país, en algunas universidades de renombre, debido a su versatilidad en el manejo de los contenidos educativos y a la facilidad con que los usuarios pueden utilizarlo (Moodle Community, 2013). Por lo tanto, el módulo que se utiliza en este trabajo de investigación, es el de evaluación, específicamente, para la creación de cuestionarios que son resueltos por los estudiantes, durante su período académico.

## 6. CBM - CERTAINTY BASED MARKING

‘El conocimiento es estar consciente de lo que se sabe, pero también de lo que no se sabe’. La certeza de un estudiante en un examen indica que el conocimiento está bien asentado y que es capaz de aplicarlo. Cuando el estudiante presenta inseguridad en sus conocimientos es más probable que sus respuestas sean confusas e incorrectas. En un cuestionario con CBM se puede incentivar el pensamiento crítico del estudiante en cuanto a lo que sabe y lo que no. Le puede ayudar a darse cuenta de las falencias que está teniendo en el proceso de aprendizaje, a identificar las posibles causas, y porque no, a hallar soluciones.

En el sistema Moodle, los cuestionarios con CBM pueden ser creados de forma fácil y rápida. El sistema provee el soporte que el profesor necesita para armar un cuestionario con esta característica.

La calificación para la pregunta con CBM se calcula tomando en cuenta la certeza, otorgando un marcado, de acuerdo a la Tabla 1.



**Figura 1.** Cuestionarios con CBM (UCL, 2010).

**Tabla 1.** Calificación CBM (UCL, 2010).

| Nivel de certeza                           | C = 1 | C = 2 | C = 3 | Sin respuesta |
|--------------------------------------------|-------|-------|-------|---------------|
| Marcado si la respuesta es correcta        | 1     | 2     | 3     | 0             |
| Penalización si la respuesta es incorrecta | 0     | -2    | -6    | 0             |

Con estos marcados, el sistema realiza el cálculo de la nota de la evaluación, en función del número de preguntas de la misma y de la calificación total que se le haya otorgado. Para este trabajo de investigación se ha tomado a la evaluación educativa como una herramienta para determinar el nivel de asimilación de conocimientos que tienen los estudiantes en el proceso de enseñanza universitaria; específicamente los cuestionarios de selección múltiple. Para ello, se ha definido como dimensión, dentro de la evaluación, al conocimiento que el estudiante posea sobre un tema específico.

Para estructurar el modelo de evaluación bidimensional se ha tomado como una segunda dimensión dentro de la evaluación a la certeza que el estudiante presente al momento de responder una pregunta en un cuestionario sobre un tema específico. Por lo tanto se puede hablar sobre evaluación bidimensional, siendo las dos dimensiones evaluadas el conocimiento y la certeza del estudiante sobre su conocimiento.

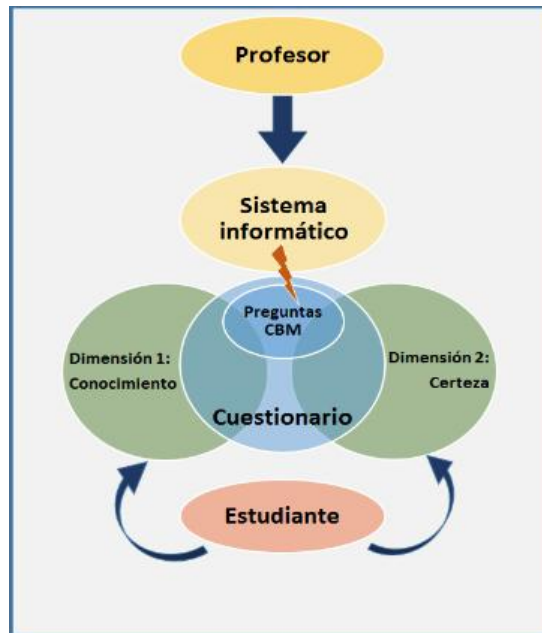
Cuando al estudiante se le cuestiona sobre la certeza que tiene sobre una respuesta que tiene que dar, su pensamiento crítico le permite discernir entre lo realmente aprendido y lo que cree haber aprendido, le ayuda a cimentar mejor las bases de su propio conocimiento y le ayuda a pensar mejor sus respuestas. De esta manera se logra un mejor aprendizaje y una mejora en el proceso educativo (Florian, 2010).

## 7. ESTRUCTURA DEL MODELO DE EVALUACIÓN BIDIMENSIONAL

Si se parte del concepto de que el modelo es una representación abstracta de la realidad y que permite simular el comportamiento de dicha realidad, se puede definir que el modelo de evaluación bidimensional aplicado en este trabajo tiene los siguientes componentes:

- Estudiantes y profesores: siendo que es un modelo aplicado al ámbito educativo, deben estar presentes los actores principales de dicho ámbito. Los estudiantes son quienes resuelven las herramientas aplicadas en una evaluación, tomando en cuenta que para la evaluación no solo se pueden utilizar los cuestionarios. Por otro lado, los profesores son quienes imparten sus conocimientos y experiencias a los estudiantes, y se encargan de evaluar la asimilación que los estudiantes tengan sobre los temas revisados en una materia.
- Cuestionarios: siendo que este es un trabajo basado en un modelo de evaluación educativa, y que se ha tomado como herramienta de evaluación a los cuestionarios, entonces éstos son parte importante del modelo.

- Preguntas con CBM: Para la estructura de este modelo son consideradas las preguntas marcadas con un nivel de certeza que deberá ser respondida en el cuestionario por el estudiante.
- Herramienta informática: para la automatización y recolección de datos sobre este tipo de evaluaciones es necesario utilizar una herramienta que provea el soporte necesario para que el profesor tenga la capacidad de crear cuestionarios con la característica CBM. La herramienta seleccionada es Moodle.
- Dimensiones de evaluación: conocimiento y certeza.



**Figura 2.** Modelo de evaluación educativa bidimensional MEB.

La interacción de los componentes del modelo se da de la siguiente manera: el profesor utiliza un sistema informático que permita la creación de cuestionarios. El sistema debe proveer la capacidad de crear las preguntas de los cuestionarios con el comportamiento CBM. El cuestionario es publicado en la plataforma, y el estudiante accede al sistema para resolver el cuestionario. El estudiante responde a las dos dimensiones evaluadas en el cuestionario: su conocimiento y su certeza de dicho conocimiento.

## 8. DISCUSIÓN

Para el análisis de los resultados, fueron analizadas las preguntas de ambos cuestionarios con las dos dimensiones medidas que son las variables que se quiere relacionar. Los cuestionarios aplicados a los estudiantes tenían solo 10 preguntas, tomadas aleatoriamente de los bancos creados, de tal forma de que cada estudiante rindió un examen diferente. Por cada pregunta creada en cada banco de preguntas, se tomaron las dos dimensiones medidas y se las resumió en una tabla de valores para poder calcular la correlación existente entre la nota obtenida por el estudiante y su nivel de certeza, y así poder verificar si ambas dimensiones están directamente relacionadas.

Para calcular la correlación se crearon dos conjuntos de valores: el conjunto 1 formado por las notas obtenidas en la pregunta por cada estudiante y el conjunto 2 formado por los correspondientes grados de certeza que los estudiantes mostraron en cada pregunta. La relación se expresa con la letra  $r$  y se aplica la fórmula de cálculo (Vitutor, 2013):

$$r = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \sigma_y}$$

donde  $r$ : coeficiente de correlación,  $\sigma$ : covarianza,  $x$ : conjunto 1 de datos,  $y$ : conjunto 2 de datos.

El coeficiente de correlación es un valor comprendido entre 1 y -1, de donde, si la correlación se aproxima a -1 la correlación es fuerte e inversa, si se aproxima a 0 la correlación es débil y si se aproxima a 1 la correlación es fuerte y directa. En la siguiente tabla, se muestra un resumen de los coeficientes de correlación calculados para cada pregunta:

**Tabla 2.** Resumen de coeficientes de correlación calculados en el Cuestionario 1.

|             |       |       |       |     |       |   |       |
|-------------|-------|-------|-------|-----|-------|---|-------|
| Preguntas   | 1     | 2     | 3     | 4   | 5     | 6 | 7     |
| Coeficiente | 0,072 | 0,591 | 0,266 | N/A | 0,189 | 1 | 0,947 |

|             |       |       |       |        |       |       |
|-------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| Preguntas   | 8     | 9     | 10    | 11     | 12    | 13    |
| Coeficiente | 0,947 | 0,695 | 0,081 | -0,059 | 0,587 | 0,377 |

A continuación se muestra una tabla de resumen de los coeficientes calculados para las preguntas del cuestionario 2, aplicado a los estudiantes, y su respectivo gráfico:

**Tabla 3.** Resumen de coeficientes de correlación calculados en el Cuestionario 2.

|             |        |       |       |     |       |        |       |
|-------------|--------|-------|-------|-----|-------|--------|-------|
| Preguntas   | 1      | 2     | 3     | 4   | 5     | 6      | 7     |
| Coeficiente | 0,1230 | 0,146 | 0,018 | N/A | 0,391 | -0,004 | 0,328 |

|             |       |       |       |       |       |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Preguntas   | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    |
| Coeficiente | 0,009 | 0,330 | 0,268 | 0,005 | 0,093 |

## 9. DEMOSTRACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Hipótesis Nula H0: Mediante la aplicación del modelo de evaluación bidimensional a los estudiantes de la FIE de la ESPOCH, el grado de certeza con que los estudiantes responden en un examen objetivo, no es directamente proporcional al grado de conocimientos adquiridos en un tema específico de una materia.

Hipótesis de investigación H1: Mediante la aplicación del modelo de evaluación bidimensional a los estudiantes de la FIE de la ESPOCH, el grado de certeza con que los estudiantes responden en un examen objetivo, es directamente proporcional al grado de conocimientos adquiridos en un tema específico de una materia. Para este trabajo se utilizó el nivel  $\alpha = 0.05$

Las evaluaciones bidimensionales fueron aplicadas a un grupo de estudiantes de la Facultad de Informática y Electrónica de la ESPOCH de cuatro cursos diferentes, elegidos bajo criterio para aplicar los cuestionarios de evaluación bidimensional. En total fueron 125 estudiantes que rindieron este tipo de evaluación, y fueron analizadas 25 preguntas en las cuales se calculó el coeficiente de correlación existente entre la nota que obtuvieron los estudiantes y su nivel de certeza.

En general los coeficientes calculados por cada pregunta indicaron que sí existe una relación directa entre las dos variables analizadas. Por lo que se procedió a proyectar los mismos resultados en el universo, a través de la aplicación de la estadística inferencial. Por ser un cálculo de correlación, el estadístico seleccionado para comprobar la hipótesis, es Chi-cuadrado. Esta es una prueba que permite establecer la relación entre dos variables.

Se utilizó la fórmula (Vitutor, 2013): 
$$\chi^2 = \sum \frac{(O-E)^2}{E}$$

donde O: Representa la tabla con los valores observados en el trabajo de investigación, E: representa la tabla con los valores estimados, x: es el valor del estadístico calculado a partir de las tablas anteriores

La tabla de valores observados está formada por las frecuencias observadas en el trabajo de investigación. Estas frecuencias representan el número de veces que cada pregunta tuvo una respuesta

correcta con los tres niveles de certeza y una respuesta incorrecta así mismo con los tres niveles de certeza:

**Tabla 4.** Tabla de frecuencias de los valores observados.

|          | Valores observados |             |             | TOTAL |
|----------|--------------------|-------------|-------------|-------|
|          | CERTEZA = 1        | CERTEZA = 2 | CERTEZA = 3 |       |
| NOTA = 1 | 83                 | 82          | 654         | 819   |
| NOTA = 0 | 44                 | 83          | 156         | 283   |
| TOTAL    | 127                | 165         | 810         | 1102  |

De estos resultados se pueden calcular los porcentajes obtenidos por cada caso analizado en la recolección de datos (ver Tabla 5).

**Tabla 5.** Porcentajes de valores observados.

| PORCENTAJES                    |     |
|--------------------------------|-----|
| NOTA = 1; NIVEL DE CERTEZA = 1 | 8%  |
| NOTA = 0; NIVEL DE CERTEZA = 1 | 4%  |
| NOTA = 1; NIVEL DE CERTEZA = 2 | 7%  |
| NOTA = 0; NIVEL DE CERTEZA = 2 | 8%  |
| NOTA = 1; NIVEL DE CERTEZA = 3 | 59% |
| NOTA = 0; NIVEL DE CERTEZA = 3 | 14% |

La tabla de valores estimados está formada por las frecuencias estimadas, calculadas en base a la fórmula aplicada sobre la tabla de valores observados (Vitutor, 2013):

$$f = \frac{\text{total\_fila} * \text{total\_columna}}{n} \quad (6)$$

donde n es el número total de frecuencias observadas en el trabajo de investigación.

**Tabla 6.** Tabla de frecuencias de los valores estimados.

|          | Valores estimados |             |             | TOTAL |
|----------|-------------------|-------------|-------------|-------|
|          | CERTEZA = 1       | CERTEZA = 2 | CERTEZA = 3 |       |
| NOTA = 1 | 94,3857           | 122,627     | 601,9873    | 819   |
| NOTA = 0 | 32,6143           | 42,373      | 208,0127    | 283   |
| TOTAL    | 127               | 165         | 810         | 1102  |

Una vez que se obtuvieron las frecuencias esperadas, se aplica la fórmula de Chi-cuadrado para obtener la tabla de contingencia (Tabla 7).

**Tabla 7.** Tabla de contingencia para aplica Chi-cuadrado.

| Tabla de contingencia |          |          |                    |                       |
|-----------------------|----------|----------|--------------------|-----------------------|
| O                     | E        | O-E      | (O-E) <sup>2</sup> | (O-E) <sup>2</sup> /E |
| 83                    | 94,3857  | -11,3857 | 129,6342           | 1,3735                |
| 44                    | 32,6143  | 11,3857  | 129,6342           | 3,9748                |
| 82                    | 122,627  | -40,627  | 1650,553           | 13,4599               |
| 83                    | 42,373   | 40,627   | 1650,553           | 38,9529               |
| 654                   | 601,9873 | 52,0127  | 2705,321           | 4,494                 |
| 156                   | 208,0127 | -52,0127 | 2705,321           | 13,0056               |
|                       |          |          | $\chi^2 =$         | 75,2607               |

Para determinar la significancia del valor obtenido, se calculan los grados de libertad en función de las tablas de valores observados y estimados, con la fórmula (Vitutor, 2013):

$$GL = (F - 1) * (C - 1)$$

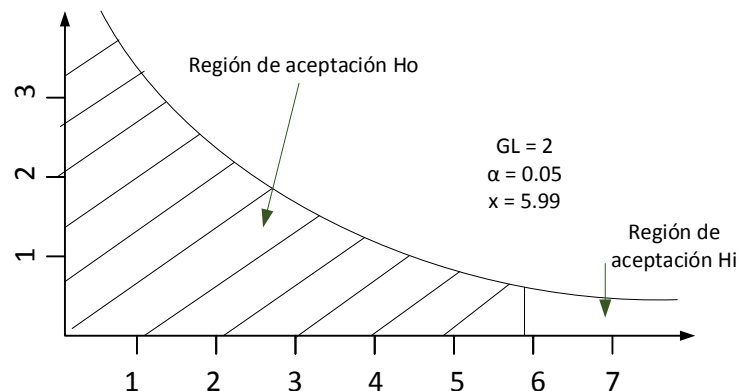
donde: GL: grados de libertad, F: número de filas de la tabla de valores observados, C: número de columnas de la tabla de valores observados.

Por lo que:

$$GL = (2 - 1) * (3 - 1)$$

$$GL = 2$$

El nivel de confianza para la aceptación de la hipótesis nula es del 5%, y de acuerdo a la tabla de distribución de Chi-cuadrado, el valor obtenido con los grados de libertad calculados es de 5,99. El valor de 75,2607 calculado en este trabajo de investigación es superior al de la tabla de distribución, por lo que resulta significativa y por lo tanto se acepta la hipótesis de investigación.



**Figura 3.** Regiones de aceptación y rechazo de la hipótesis de investigación.

De esto se puede concluir, que en la aplicación del modelo de evaluación bidimensional MEB, el nivel de conocimiento con el que los estudiantes respondan en sus cuestionarios es directamente proporcional al nivel de certeza que ellos tengan en los conocimientos adquiridos en una materia. El momento en que los estudiantes rindan una evaluación con este modelo podrán ser más críticos en los que ellos están aprendiendo, en lo que el profesor está impartiendo y lo que les va ayudar en su vida profesional.

## 10. CONCLUSIONES

La mayoría de estudiantes que resolvieron el cuestionario con CBM tuvieron una tendencia a señalar una certeza alta, pero así mismo sus respuestas fueron correctas, lo que hace pensar que en la generalidad su conocimiento sí es proporcional a su nivel de certeza. El resto de resultados, que se observan con un menor porcentaje (menos del 10%) representan los otros casos analizados en el estudio, que no demuestran ser significativos.

Se puede también concluir que si los estudiantes, en la mayoría de los casos responden bien una pregunta con un nivel de certeza alto, tienen seguridad del tema que están aprendiendo y que están captando el conocimiento impartido por su profesor en el aula, y que pueden aplicar dicho conocimiento en la resolución de problemas su carrera, alcanzando así sus logros de aprendizaje. Existieron preguntas en las cuales no se pudo calcular la correlación existente entre las dos dimensiones de aprendizaje medidas en el estudio. La razón es que todos los estudiantes que tuvieron esta pregunta en sus cuestionarios no la respondieron o tuvieron una respuesta con grado certeza muy bajo. En estos casos, se consideró una situación aislada debido a que la pregunta no estuvo clara para los estudiantes por lo que no la respondieron o la respondieron mal.

Este modelo es aplicable para evaluación formativa de los estudiantes universitarios, no solo en la FIE sino en todas las facultades de la ESPOCH, para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje y elevar la calidad de la educación. De hecho, y como está descrito también en los otros estudios analizados en este trabajo, el modelo puede aplicarse en cualquier institución educativa que pretenda mejorar su nivel de enseñanza. El modelo puede ser aplicado de forma manual, es decir, llevar un control escrito en registros físicos de las evaluaciones rendidas por los estudiantes, pero también, y ésta sería la forma ideal, se puede utilizar una herramienta informática para automatizar el proceso de evaluación. Dicha herramienta debe soportar la creación de evaluaciones bidimensionales para la aplicación de este modelo.

Los estudiantes respondieron sus cuestionarios con la tendencia de seleccionar la respuesta correcta junto con un nivel de certeza alto. En las preguntas que no supieron la respuesta o no estaban seguros, mostraron un nivel de certeza medio o bajo. Por estos puntos, el nivel de conocimientos mostrados por los estudiantes y su nivel de certeza, está directamente relacionado.

## AGRADECIMIENTOS

El presente artículo se desarrolló como resultado de la realización de la tesis de posgrado de la autora, para obtener el título de Magister en Informática Educativa, en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en el año 2014, Riobamba, Ecuador.

## REFERENCIAS

- Moodle Community, 2013. Moodle. Disponible en <https://moodle.org/>.
- Florian, T.P., 2010. Confidence-based assessment in Moodle: Insights from teachers, administrators, and programmers. PhD-dissertation, College of Education, Walden University, USA, 170 pp. Descargado de <http://pqdtopen.proquest.com/pqdtopen/doc/760088716.html?FMT=AI>.
- Gardner-Medwin, A.R., 2010. *Confidence assessment in the teaching of basic science*. Department of Physiology, University College London, London WC1E 6BT.
- UCL, 2010. UCL home of Certainty-Based Marking. Disponible en <http://www.ucl.ac.uk/lapt/>.
- Vargas, A.I., 2004. La evaluación educativa: Concepto, períodos y modelos. Actualidades Investigativas en Educacion, 4(2), 29 pp. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44740211>.
- Vitutor, 2013. Coeficiente de correlación. Disponible en [http://www.vitutor.com/estadistica/bi/coeficiente\\_correlacion.html](http://www.vitutor.com/estadistica/bi/coeficiente_correlacion.html).