

SISTEMA DE RAZONAMIENTO INDUCTIVO BASADO EN ALGORITMOS GENÉTICOS PARA LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN CONDICIONES DE INFORMACIÓN IMPRECISA, PARTE I

SYSTEM OF INDUCTIVE REASONING BASED
ON GENETIC ALGORITHMS FOR THE SOLUTION
OF PROBLEMS IN CONDITIONS OF IMPRECISE
INFORMATION PART I

Recibido: 10 de octubre del 2009

Aprobado: 5 de diciembre del 2009

JULIO GUSTAVO FERRER RODRÍGUEZ*

COLABORACIÓN ESPECIAL DE LAS ESTUDIANTES:

CAROLINA CADENA ROJAS

Y LEIDI JOHANNA TAMARA RODRÍGUEZ

Resumen

El proyecto de investigación "Sistema de razonamiento inductivo basado en algoritmos genéticos para la solución de problemas en condiciones de información imprecisa" permitió obtener los siguientes resultados: la caracterización de los estudiantes de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad Cooperativa de Colombia, en relación con el razonamiento inductivo, y la construcción de un prototipo de software utilizando los conceptos de sistemas basados en conocimiento y algoritmos genéticos.

Este artículo es el primero de una trilogía que describe los productos antes mencionados. Se presenta la caracterización de los estudiantes de la Facultad de Ingeniería, seccional Bogotá, mediante la aplicación de una encuesta estructurada que permitió recolectar la información relacionada con el dominio conceptual y la aplicación del razonamiento inductivo. La caracterización incluye la descripción del marco de muestreo, la ficha técnica de la encuesta y el análisis de los resultados obtenidos.

Palabras clave: razonamiento inductivo, sucesiones matemáticas, inferencias.

Abstract

"System of inductive reasoning based on genetic algorithms for the solution of problems in conditions of imprecise information" research's project, allowed obtaining the following results: the students' characterization from the Faculty of Engineering's, at "Universidad Cooperativa de Colombia", related to inductive reasoning; construction of a software prototype using concepts of systems based on knowledge and genetic algorithms.

This article is the first one of a trilogy that describes the products earlier mentioned. The characterization of students from the Faculty of Engineering's in Bogotá's branch is showed, by means of the application of a structured survey that allowed gathering the information related to the conceptual grasp and the application of inductive reasoning. The characterization includes the description of the sampling frame, the survey's technical data and the analysis of results obtained.

Keywords: inductive reasoning, mathematical successions, inferences.

* Ingeniero Industrial, Especialista en Gestión y Desarrollo Comunitario, docente investigador Facultad de Ingeniería, Universidad Cooperativa de Colombia, seccional Bogotá, correo electrónico: jfererrodriguez@gmail.com

Introducción

Este artículo tiene como propósito dar a conocer los resultados del proyecto de investigación “Sistema de razonamiento inductivo basado en algoritmos genéticos para la solución de problemas en condiciones de información imprecisa”. Inicialmente se presenta la caracterización de los estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Cooperativa de Colombia (UCC), seccional Bogotá, en relación con el razonamiento inductivo; la segunda parte presenta un estudio comparativo de los resultados obtenidos en las seccionales Bogotá, Bucaramanga e Ibagué y, la tercera parte, la descripción de un prototipo de software que se construyó utilizando los conceptos de *sistemas basados en conocimiento* (SBC) y *algoritmos genéticos* (AG) para resolver problemas en el campo de las sucesiones matemáticas.

Descripción del proyecto

Enunciado orientador de la investigación

Los estudiantes de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad Cooperativa de Colombia, tienen dificultades para establecer generalizaciones a partir de los casos de estudio que se plantean en los diferentes espacios académicos como lo evidencia el rendimiento en áreas relacionadas con matemáticas y la programación de computadores.

Para comprobar la validez del enunciado anterior se seleccionó como área de aplicación el campo de las sucesiones matemáticas, con el fin de constituir una aplicación típica del razonamiento inductivo común en todos los programas de ingeniería. Para el desarrollo del proyecto se consideró importante establecer el nivel de conceptualización y aplicación que tienen los estudiantes de ingeniería en relación con el razonamiento inductivo.

La investigación se desarrolló en dos etapas. Durante la primera se consideró como población objetivo a los estudiantes de los programas de Ingeniería Industrial, Ingeniería de Sistemas e Ingeniería Electrónica, seccional Bogotá. En la segunda etapa, de comprobación de resultados, se consideró como población objetivo a los estudiantes de Ingeniería de Sistemas, seccionales Bogotá, Bucaramanga e Ibagué.

A continuación se describe el proceso y se analizan los resultados correspondientes a la primera etapa.

Metodología

Recolección de información

Con el propósito de evidenciar el nivel de conceptualización y aplicación de diferentes tipos de inferencia inductiva, se diseñó y aplicó una encuesta estructurada (Grade y Abascal, 2005) de la siguiente forma:

Información general: el instrumento permite la recolección de los siguientes datos:

- Programa Académico
- Sede
- Semestre
- Jornada
- Sexo

Conceptualización: esta parte consta de tres cuestionamientos que se refieren a:

- Pregunta 2.1: concepto de razonamiento en términos generales
- Pregunta 2.2: características del razonamiento inductivo
- Pregunta 2.3: características del razonamiento deductivo

Aplicación: consta de cinco ejercicios para evaluar el nivel de aplicación del razonamiento inductivo (D’Miller y Heeren, 2006):

- Ejercicios 3.1 y 3.2: corresponden a casos de inferencia inductiva por recurrencia.
- Ejercicio 3.3: corresponde a un caso de inferencia por coligación.
- Ejercicio 3.4: caso de inducción amplificadora.
- Ejercicio 3.5: corresponde a una aplicación de inferencia por concordancia.

Marco de muestreo fase 1

El método de muestreo elegido fue aleatorio estratificado debido a que se consideraron tres programas de la Facultad de Ingeniería: Sistemas, Industrial y Electrónica.

Fórmula para calcular el tamaño de la muestra (Navidi, 2006):

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z^2 \times p \times q}$$

n = tamaño de la población

Z = nivel de confianza

P = probabilidad de éxito, o proporción esperada

Q = probabilidad de fracaso

D = precisión (error máximo admisible en términos de proposición)

Para la población considerada y de acuerdo con las cifras proporcionadas por la Coordinación de cada programa, con un margen de confiabilidad del 95%, se tiene:

$$n = \frac{1963 \times 1.962^2 \times 0.07 \times 0.93}{0.03^2 \times (1963 - 1) + 1.962^2 \times 0.07 \times 0.93}$$

$$n = 244$$

Lo cual significa que para alcanzar una confiabilidad del 95% se deben aplicar como mínimo 244 encuestas.

En la tabla 1 se presenta la distribución de las encuestas aplicadas, considerando la cantidad mínima para cada estrato.

Tabla 1. Encuestas aplicadas

Población	Valores
Seccional Bogotá	299
Ingeniería de Sistemas	104
Ingeniería Industrial	110
Ingeniería Electrónica	85

Fuente: los autores

Ficha técnica de la encuesta

Realizada por: grupo IACA

Financiada por: Comité Nacional de Investigación (Conadi)

Fecha de realización: 2008-1

Unidad de muestreo: estudiantes matriculados en el período 2008-1, seccional Bogotá

Alcance: seccional Bogotá

Tamaño de la muestra: 299 estudiantes

Procedimiento de muestreo: estratificado, ponderación por semestres

Método: encuesta

Instrumento: estructurado

Confiabilidad: 95%

Análisis de los resultados obtenidos

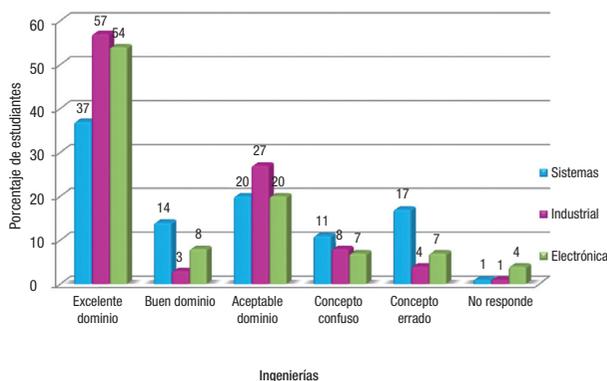


Figura 1. Concepto de razonamiento. Resultados generales, Universidad Cooperativa de Colombia, Bogotá

Fuente: los autores

Se encuentra una diferencia significativa de los estudiantes de Ingeniería de Sistemas con los de Ingeniería Industrial e Ingeniería Electrónica. En la categoría de *excelente dominio* están 20 puntos porcentuales por debajo mientras que, en *concepto errado*, la diferencia es de 10 puntos. Al comparar con los resultados consolidados, los estudiantes de

Sistemas están por debajo del promedio correspondiente a la categoría *excelente dominio*, y por encima en la categoría *concepto errado*. Se recomienda aplicar correctivos a la mayor brevedad posible.

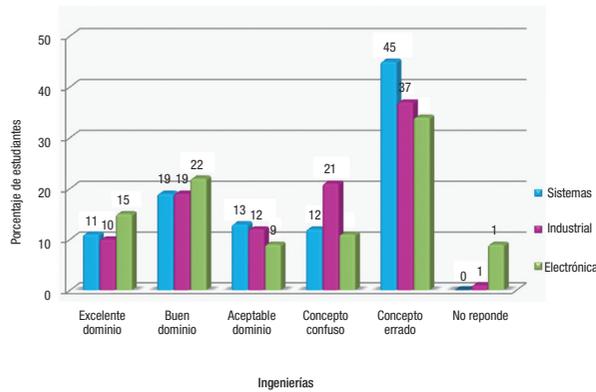


Figura 2. Características de razonamiento inductivo. Resultados generales, Universidad Cooperativa de Colombia, Bogotá

Fuente: los autores

Los resultados se equilibran en las diferentes categorías con respecto a los valores promedio. En la categoría de *concepto errado* nuevamente los estudiantes de Ingeniería de Sistemas alcanzan un porcentaje mayor.

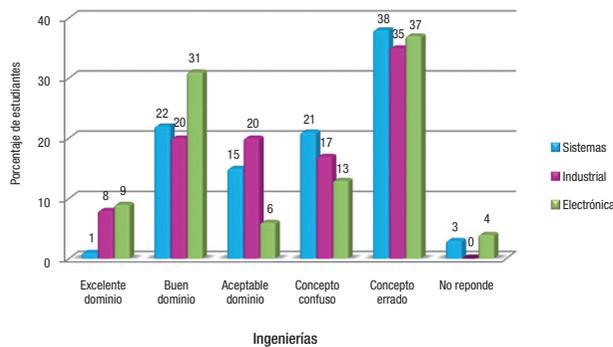


Figura 3. Características de razonamiento deductivo. Resultados generales, Universidad Cooperativa de Colombia, Bogotá

Fuente: los autores

De nuevo se observa que en la categoría *excelente dominio* los estudiantes de Sistemas están por debajo de las otras carreras y del promedio, y aunque los resultados se equilibran en *concepto errado*, en *concepto confuso* los estudiantes de Sistemas tienen un porcentaje superior a los de las otras carreras. Los estudiantes de Ingeniería Electrónica obtienen resultados significativamente mejores en la categoría de *buen dominio*.

En conclusión, se observa que los estudiantes de Ingeniería de Sistemas evidencian niveles de conceptualización por debajo de los de otras carreras. Se sugiere realizar un estudio más exhaustivo para efectuar los ajustes pertinentes con el fin de mejorar esta situación.

En general, los mejores resultados son obtenidos por los estudiantes de Ingeniería Electrónica.

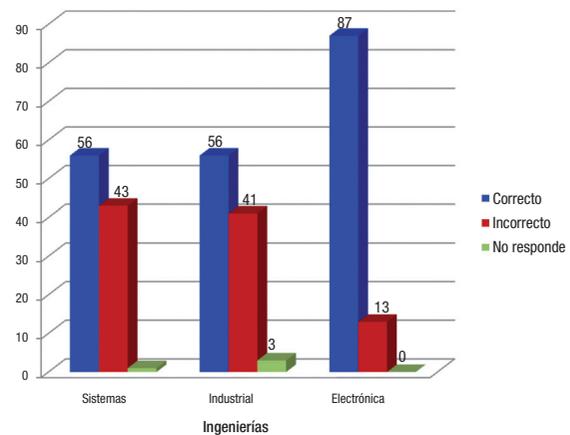


Figura 4. Inferencia por recurrencia. Resultados generales, Universidad Cooperativa de Colombia, Bogotá

Fuente: los autores

En la solución de sucesiones sencillas se encuentra un rendimiento muy superior de los estudiantes de Ingeniería Electrónica con respecto a las otras dos carreras, alcanzando porcentajes significativamente superiores al promedio.

Los estudiantes de Ingeniería de Sistemas e Ingeniería Industrial obtienen resultados similares que se encuentran por debajo del promedio.

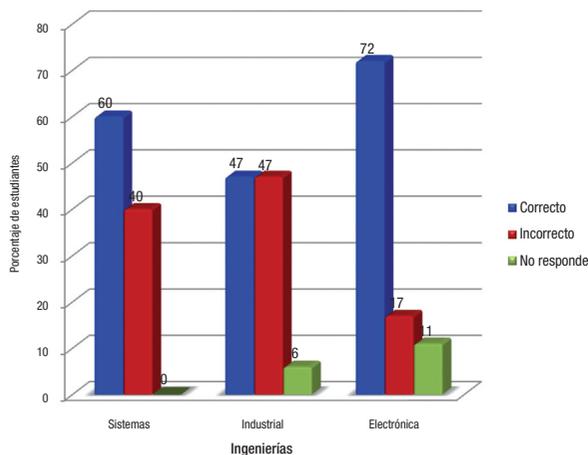


Figura 5. Inferencia por recurrencia. Resultados generales, Universidad Cooperativa de Colombia, Bogotá

Fuente: los autores

Al incrementar la complejidad de la sucesión, los estudiantes de Ingeniería Electrónica mantienen un nivel superior al promedio, los de Ingeniería de Sistemas se ubican en un porcentaje intermedio, mientras que rendimiento más bajo se observa en los estudiantes de Ingeniería Industrial: en los dos casos los resultados están por debajo del promedio.

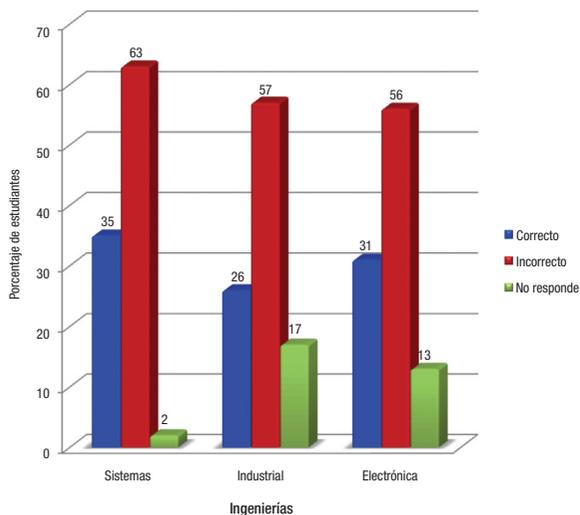


Figura 6. Caso inferencia por coligación. Resultados generales, Universidad Cooperativa de Colombia, Bogotá

Fuente: los autores

Al enfrentar este problema, y teniendo en cuenta los resultados anteriores, llama la atención que el

mejor rendimiento se encuentra en los estudiantes de Ingeniería de Sistemas: su porcentaje de respuestas correctas es el único que supera el valor promedio, aunque el de respuestas erradas también es ligeramente mayor.

El porcentaje para la opción *no responde* es significativo en Ingeniería Industrial y en Ingeniería Electrónica.

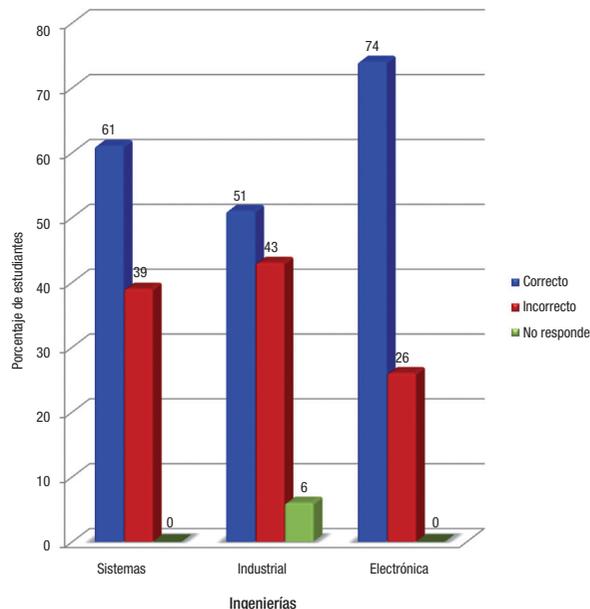


Figura 7. Inducción amplificadora. Resultados generales, Universidad Cooperativa de Colombia, Bogotá

Fuente: los autores

En este caso el comportamiento es similar a los resultados obtenidos en los ejercicios de inducción por recurrencia. Nuevamente se observa un rendimiento muy superior en los estudiantes de Electrónica, los de Industrial tienen resultados por debajo del promedio.

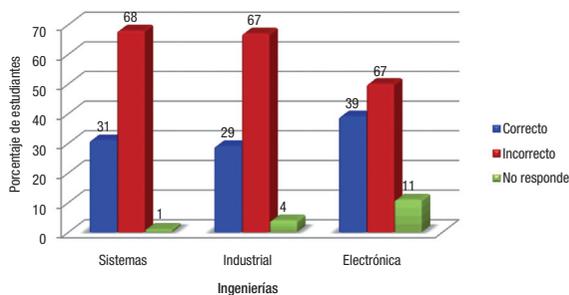


Figura 8. Caso inferencia por concordancia. Resultados generales, Universidad Cooperativa de Colombia, Bogotá

Fuente: los autores

El mejor rendimiento corresponde a los estudiantes de Ingeniería Electrónica, seguido por los de Ingeniería de Sistemas, mientras que el rendimiento más bajo corresponde a los de Ingeniería Industrial. Los estudiantes de Electrónica tienen un porcentaje significativamente mayor en la categoría *no responde* y los de Industrial presentan resultados por debajo del promedio.

Como conclusión se observa que, en general, los estudiantes de Ingeniería Electrónica obtienen los mejores resultados al resolver los problemas planteados, los de Ingeniería de Sistemas se ubican en una posición intermedia y el rendimiento más bajo corresponde a los de Ingeniería Industrial.

Al resolver problemas caracterizados por información imprecisa, los mejores resultados corresponden a Ingeniería de Sistemas.

En el caso de Ingeniería de Sistemas, los resultados de la parte aplicada superan ampliamente a los de la parte conceptual.

Conclusiones

Encuesta (parte conceptual)

- Existe un empleo apropiado del concepto de razonamiento por parte de los estudiantes.
- En el concepto de razonamiento inductivo y deductivo se encuentran deficiencias significativas en la población objeto del estudio.
- No existen diferencias significativas al realizar el análisis por jornadas. Sin embargo, los estudiantes de la jornada nocturna obtienen resultados ligeramente superiores.

- No existen diferencias significativas al hacer el análisis por sexo. Sin embargo, las mujeres obtienen resultados ligeramente superiores.

Encuesta (parte aplicada)

- En los ejercicios de inducción por recurrencia e inducción amplificadora se obtiene un porcentaje de respuestas correctas superior al 50%. Es preocupante que un porcentaje significativo de estudiantes no responda correctamente ejercicios de un grado de dificultad normal.
- En los ejercicios de inducción por coligación e inducción por concordancia, que corresponden a situaciones donde la información es imprecisa, el porcentaje de respuestas correctas sólo es del 30%.
- No se encuentran diferencias significativas al realizar el análisis por jornadas. Sin embargo, los estudiantes de la jornada diurna superan claramente a los de la jornada nocturna.
- No existen diferencias significativas al realizar el análisis por sexo. Sin embargo, los hombres obtienen mejores resultados que las mujeres.

Referencias

- Grade, I. y Abascal, E. (2005), *Análisis de encuestas*, Madrid, Esic.
- Miller, C. y Heeren, V. (2006), *Matemática: razonamiento y aplicaciones*, México, Pearson.
- Navidi, W. (2006), *Estadística para Ingenieros y científicos*, México, McGraw-Hill.