

## **Desarrollo de la habilidad de resolver problemas combinatorios con ejercicios de demostración. Experiencias de docentes**

Development of the ability to solve combinatorial problems with demonstration exercises. Teacher experiences

José Hilario Quintana Álvarez <sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0000-0002-1073-9971>

Orlenis Vega Rodríguez <sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-2609-8005>

Alejandro Rosete Suarez <sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0002-4579-3556>

Niurys Álvarez Lázaro <sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0003-1414-5211>

<sup>1</sup> Universidad de las Ciencias Informáticas.

<sup>3</sup> Universidad Tecnológica de la Habana “José Antonio Echeverría”, Cujae.

\*Autor para la correspondencia. [jhquintana@uci.cu](mailto:jhquintana@uci.cu)

### **RESUMEN**

El desarrollo de la habilidad resolver problemas combinatorios en la matemática discreta de la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas (ICI) no está completo si el estudiante no es capaz de realizar la demostración de proposiciones combinatorias. Por otra parte, el dominio de las técnicas de demostración constituye una herramienta esencial para el aprendizaje de la Informática y el desarrollo de las habilidades profesionales. Sin embargo, tanto la resolución de problemas combinatorios, como la realización de demostraciones constituyen contenidos retadores para números significativos de estudiantes. En la primera parte de esta comunicación se describen algunos antecedentes teóricos que explican las causas de tal dificultad. Acto seguido, se ofrece un conjunto de presupuestos que resultaron aplicados en el trabajo científico-metodológico del colectivo de profesores de Matemática Discreta con el objetivo de aprovechar las ventajas que ofrece el trabajo con las demostraciones matemáticas en el desarrollo de la habilidad resolver problemas combinatorios. Finalmente se ofrecen los resultados de un test para evaluar los niveles de satisfacción de los docentes en cuanto a la aplicación de la propuesta realizada en esta comunicación.

**Palabras clave:** tratamiento didáctico; problemas combinatorios; demostración; matemática discreta

## **ABSTRACT**

The development of the ability to solve combinatorial problems in discrete mathematics of the Informatics Sciences Engineering (ICI) career is not complete if the student is not able to carry out the demonstration of combinatorial propositions. On the other hand, mastery of demonstration techniques is an essential tool for learning Computer Science and developing professional skills. However, both solving combinatorial problems and carrying out proofs constitute challenging contents for significant numbers of students. The first part of this communication describes some theoretical background that explains the causes of such difficulty. Immediately afterwards, a set of budgets is offered that were applied in the scientific-methodological work of the group of Discrete Mathematics teachers with the aim of taking advantage of the advantages offered by working with mathematical demonstrations in the development of the ability to solve combinatorial problems. Finally, the results of a test are offered to evaluate the levels of satisfaction of teachers regarding the application of the proposal made in this communication.

**Keywords:** didactic treatment; combinatorial problems; demonstration; discrete mathematics

Recibido: 12/2/2023

Aprobado: 15/3/2023

## **INTRODUCCIÓN**

La teoría combinatoria constituye una de las bases fundamentales de las Ciencias Informáticas, por tal motivo y a partir de las recomendaciones de las organizaciones: The Joint Task Force on Computing Curricula (2013) (ACM), *Association for Engineered Systems* (AIS) y la The Joint Task Force on Computing Curricula (2014) (IEEE), en el plan de estudio E de la Carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas (ICI) (Ministerio de Educación Superior, 2019) este contenido constituye uno de los temas básicos de las Matemática Discretas.

Sin embargo, el desarrollo del pensamiento combinatorio en los estudiantes no resulta una tarea fácil, conspira contra ello la variedad de tipos de problemas, que no siempre se alcanza la interpretación eficiente de sus textos, confusiones acerca de qué métodos de solución aplicar considerando los datos y restricciones dadas, y el pobre dominio de los recursos para comprobar las soluciones obtenidas. Autores como (Batanero, Godino, & Navarro-Pelayo, 1997); (Lockwood, 2013); (Lockwood, 2014); (Lockwood, 2015); (Peralta, 2015); (Godino & Batanero, 2016); (Chen, 2017); (Mneimneh, 2017); (Meika & Suryadi, 2018); (de Hierro, Batanero, & Beltrán-Pellicer, 2018); (Gordon, 2019) confirman estas dificultades.

Durante los cursos 2017-2018 y 2018-2019 los resultados de promoción en la Facultad Introdutoria de Ciencias Informáticas de la UCI no alcanzaron los niveles de calidad deseados, en gran parte por la influencia de los factores señalados en el párrafo anterior.

Para dar solución a la problemática anterior, los autores de la presente comunicación se encuentran inmersos en una investigación que busca contribuir al desarrollo de la habilidad resolver problemas combinatorios en la carrera ICI, esta pesquisa se realiza en el marco del programa doctoral del Centro de Referencia para la Educación Avanzada (CREA) de la Universidad Tecnológica de la Habana José Antonio Echeverría (CUJAE) y debe conducir al diseño e implementación de una concepción teórico-metodológica.

Entre los hallazgos investigativos relacionados con el desarrollo de la habilidad resolver problemas combinatorios mediante el trabajo con las demostraciones, se caracterizan las colecciones de ejercicios que se les proponen a los estudiantes de la siguiente forma:

- La mayoría de los ejercicios combinatorios constituyen problemas de texto de tipo cerrado, por lo que no se evidencia la necesidad de demostrar o probar alguna hipótesis.
- Es pobre la variedad de los ejercicios que incluyen demostraciones, ya que solo se trabaja la comprobación de identidades combinatorias y los ejercicios de aplicación del principio de las casillas.
- Las colecciones de ejercicios combinatorios que se orientan en el estudio independiente no vienen acompañadas de respuestas.

Se está de acuerdo con Alsina and Nelsen (2021) cuando señala que “Las demostraciones son el corazón de las matemáticas. Además de ser fundamentales para su desarrollo, proporcionan

nuevas formas de razonamiento, y abren nuevas perspectivas para la comprensión de las profundas cuestiones que plantean” (p. 15)

Dado que el aprendizaje del arte de demostrar influye directamente en el desempeño profesional del futuro Ingeniero en Ciencias Informáticas, la presente comunicación tiene como objetivo reportar las experiencias del colectivo de profesores de Matemática Discreta en la incorporación de ejercicios de demostración, que no resultan tradicionales, a las colecciones de ejercicios que se le proponen a los estudiantes, para así complementar el desarrollo de la habilidad resolver problemas combinatorios. Se destacan también cuestiones relacionadas con el tratamiento didáctico que requiere este tipo de ejercicios y que se deben abordar en las sesiones de preparación metodológica.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Para la realización de la presente comunicación se aplicaron los métodos teóricos analítico-sintético e histórico-lógico. Resultó esencial la consulta de libros, artículos y documentos de la web. Se aplicó un test de satisfacción a los profesores del colectivo de Matemática Discreta para conocer sus niveles de satisfacción en cuanto a la efectividad de la aplicación de ejercicios de demostración en el desarrollo de la habilidad resolver problemas combinatorios.

## **DESARROLLO**

En el plan de estudios E de la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas (Ministerio de Educación Superior, 2019), se le brinda gran importancia a la demostración de propiedades. En las indicaciones metodológicas y de organización de la disciplina matemática de este plan se resalta que:

“El trabajo con los conceptos, los símbolos y las demostraciones de propiedades de los objetos matemáticos contribuye al desarrollo del pensamiento lógico y de la capacidad de razonamiento de los estudiantes” (p. 74).

Por otra parte, en lo relacionado con la disciplina Inteligencia Computacional de este propio plan de estudios se incluye dentro del sistema de conocimientos de la Matemática Discreta la demostración de teoremas, constituyendo una habilidad esencial la aplicación de las técnicas de demostración correspondientes (demostraciones directas, indirectas, por el absurdo y de refutación).

En las indicaciones metodológicas y de organización de la disciplina Inteligencia Computacional se destaca la importancia de “ir de lo simple a lo complejo, mostrando la relación de los contenidos previos con los posteriores, tanto de la disciplina en si como con otras de las disciplinas” (Ministerio de Educación Superior, 2019).

Los autores de la presente comunicación coinciden con profesores de experiencia de las matemáticas continua y discreta, en cuanto a que el aprendizaje de las técnicas de demostración no resulta fácil para una cantidad importante de estudiantes. En tal sentido Arnaiz and García (2014) identifica entre las causas de esta mala asimilación a la existencia de diferencias sustanciales entre el razonamiento lógico matemático y el que traen muchos estudiantes y al respecto señala tres factores que afectan la incorporación del razonamiento lógico correcto en los esquemas mentales de los estudiantes:

1. El reducido énfasis que se le da a las demostraciones matemáticas en la enseñanza secundaria.
2. La forma en que ciertas palabras o frases del habla ordinaria son interpretadas difiere de la que debería ser en el razonamiento deductivo formal.
3. Las dificultades experimentadas por los estudiantes en la comprensión y empleo de declaraciones que involucran variables, tanto en relación con la lógica de predicados como para interpretar ciertos tipos de variables matemáticas (p. 2).

Los autores de esta comunicación coinciden con las ideas señaladas por (Arnaiz & García, 2014)], en tal sentido:

- No solo es bajo el énfasis en la realización de demostraciones matemáticas en el nivel secundario, esto se manifiesta también en los restantes niveles.
- Dado el valor educativo y el impacto que tiene la realización de demostraciones en la formación del pensamiento matemático y computacional de los estudiantes resulta necesario incrementar la cantidad de ejercicios de este tipo en la formación de los futuros ingenieros en ciencias informáticas.
- En la Matemática Discreta los estudiantes reciben de manera previa los temas: Lógica proposicional y de predicados, así como Técnicas de demostración, por lo que resulta posible atenuar los factores 2 y 3 señalados por (Arnaiz & García, 2014).

Es importante destacar que dentro de la lógica de predicados los estudiantes tienen dificultades con la interpretación de fórmulas, la aplicación de las leyes de la lógica, así como el trabajo con variables y los cuantificadores anidados.

- Los profesores de la matemática continua y discreta deben buscar en sus clases la articulación y reactivación del contenido del tema lógica proposicional y lógica de predicado con las técnicas de demostración y los restantes temas de la matemática discreta, revelando las contradicciones que pueden existir entre las interpretaciones del lenguaje lógico formal y el lenguaje cotidiano.
- El tratamiento de los problemas de demostración debe ser objeto de especial atención en las sesiones de preparación metodológica.
- Cuando sea posible se deberá estimular en los estudiantes la realización de demostraciones con el empleo de los medios de cómputo, variante en alza en las investigaciones reales.
- 

Como punto de partida para el tratamiento didáctico de los problemas combinatorios que requieren demostraciones los presentes autores aceptan la propuesta de (Epp, 2016) cuando define que la habilidad demostrar proposiciones matemáticas:

Es una Habilidad Matemática Generalizada (HMG) que consiste ante todo en enmarcar una situación dada en un concepto matemático, es decir, constatar que esa situación dada cumple o no con las características esenciales de un concepto. Ello se logra a través de una cadena finita de inferencias lógicas, aplicando los conceptos y teoremas ya estudiados. Cuando se utiliza solo una inferencia lógica estamos en presencia de una fundamentación (p. 16).

Según Epp (2016) las Habilidades Matemáticas Generalizadas (HMG) son aquellas cuyas acciones conforman un proceder generalizador que permite operar con diferentes conocimientos matemáticos, la enseñanza de tal tipo de habilidades es una necesidad imperiosa ante el cúmulo de conocimientos nuevos en contraposición con la imposibilidad de aumentar los contenidos curriculares.

A partir del contenido del Programa Heurístico General (PHG), de las etapas sugeridas por George Polya y que distinguen el proceso de resolución de problemas reveladas por (Ballester, 1992), así como la experiencia de varios profesores de matemática, Epp (2016) propone un conjunto de acciones y operaciones para el desarrollo de la HMG demostrar proposiciones:

1. Reflexionar sobre la proposición dada

- Identificar el concepto relacionado con lo que se debe demostrar.
- Sustituir los conceptos por sus definiciones.
- Identificar la estructura lógica de la proposición (premisa, tesis).
- Sustituir, si es necesario, la proposición por otra equivalente.
- Establecer relaciones con otras proposiciones que tengan premisas y tesis equivalentes.

2. Encontrar la vía de demostración

- Reflexionar sobre los procedimientos, estrategias, reglas y medios auxiliares heurísticos.
- Elaborar un plan de demostración (directa, indirecta) donde se precisen las inferencias lógicas necesarias.
- Reflexionar sobre la vía de demostración.

3. Representación de la demostración

- Representar por escrito la cadena de inferencias y las fundamentaciones que la hacen comprensible.
- Elaborar una oración que exprese lo que se ha demostrado.

4. Evaluar críticamente la demostración

- Valorar si los pasos dados son suficientes.
- Valorar la cantidad de fundamentaciones indispensables.
- Reflexionar sobre las relaciones lógicas utilizadas.
- Valorar el lenguaje y simbología utilizada.
- Valorar la posibilidad de utilizar la vía de demostración en otras situaciones.

Considerando los elementos presentados con anterioridad, la siguiente sección será dedicada a proponer vías para el tratamiento didáctico de la resolución de problemas combinatorios de

demostración en el tema teoría combinatoria de la Matemática Discreta en la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas.

Los autores de la presente comunicación definen al desarrollo de la habilidad resolver problemas combinatorios como el dominio de los principios, definiciones y teoremas combinatorios, de los procedimientos relacionados con ellos, así como de los procedimientos heurísticos y metacognitivos para su aplicación de manera creativa en la búsqueda de la solución de los diferentes tipos de problemas. Este dominio se alcanza mediante la ejercitación consciente.

### **Inclusión de ejercicios de demostración en los problemas combinatorios**

A partir del curso 2021, el colectivo de profesores de Matemática Discreta de la carrera ICI decidió incrementar la cantidad y variedad de ejercicios de demostración como forma de contribuir al desarrollo de la habilidad resolver problemas combinatorios. En este sentido vale la pena mencionar:

- El aumento de la cantidad de ejercicios de modelación de situaciones abiertas.
- La adición de las respuestas numéricas de un grupo de problemas combinatorios.
- La insistencia en la fundamentación constante de los pasos dados por los estudiantes en la búsqueda de soluciones.
- La inclusión de incisos en los problemas combinatorios relacionados con la aplicación de los principios heurísticos de la analogía, inducción y la reducción.

El principio de analogía se manifiesta cuando se logra encontrar similitud entre el nuevo problema a resolver y uno ya resuelto.

El principio de inducción se manifiesta con la práctica de representación de conjuntos de resultados, donde a partir de la lectura del texto del problema resulte conveniente generar diferentes clases de objetos que deberán ser contados, para visualizar las relaciones que se manifiesten, y favorecer así el proceso de modelación.

La aplicación del principio heurístico de reducción se concreta cuando se sustituyen las magnitudes originales del problema a resolver por series de valores pequeños, de modo que se revele el camino de la modelación y la solución por medio del tanteo inteligente o el experimento.

### **Aspectos didácticos para el fomento de las demostraciones combinatorias**

Para conducir el tratamiento didáctico de los problemas combinatorios que requieren demostraciones se asumió como base orientadora la propuesta de acciones y operaciones formulada por (Epp, 2016) y en este sentido el colectivo de profesores de Matemática Discreta adoptó los siguientes acuerdos:

- Demostrar a los estudiantes la necesidad de la aplicación de los procedimientos heurísticos.
- Fomentar el trabajo independiente estudiantil y también el trabajo por equipos.
- Realización de discusiones colectivas en clases acerca de las soluciones dadas a los problemas. Incentivar la búsqueda de diversas vías de solución a los problemas.
- Solicitar a cada estudiante una autovaloración al final de cada clase del cumplimiento de los objetivos propuestos.
- Exigir la fundamentación de cada uno de los pasos que realicen los estudiantes en la solución de problemas combinatorios.
- Realizar actividades metodológicas conjuntas con los departamentos de Matemática e Inteligencia Computacional en aras de fortalecer el trabajo con las demostraciones y el desarrollo de la habilidad resolver problemas.

En el curso 2021 se destinó para el tratamiento de la teoría combinatoria un total de 20 horas clases, distribuidas en dos conferencias, siete clases prácticas y una evaluación parcial. Para asegurar la preparación metodológica de los 12 profesores del colectivo en relación al tema de esta comunicación se realizaron dos sesiones de trabajo.

Como resultado de estas sesiones, en cada clase práctica y en la orientación del estudio independiente fueron incluidos de tres a cuatro ejercicios relacionados con demostraciones combinatorias, según se detalló en el epígrafe anterior.

### **Aplicación del test de satisfacción de Iadov**

La técnica de satisfacción de Iadov (Kuzmina, 1970) permite evaluar la satisfacción individual y grupal de las personas en diversos ámbitos, incluido el educativo. Al finalizar el tratamiento del contenido de la teoría combinatoria los autores de la presente comunicación decidieron investigar

los niveles de satisfacción de los profesores acerca de la efectividad de la aplicación de ejercicios de demostración en el desarrollo de la habilidad resolver problemas combinatorios, mediante la aplicación de un test de esta naturaleza.

Se elaboró un cuestionario (Anexo 1 a) con tres preguntas cerradas e intercaladas. Para el cuadro lógico fueron destinadas las preguntas 9, 7 y 3 (Anexo 1 b).

A partir de la interpretación dada a la escala de satisfacción con su significado y notación representado en la tabla 1 se concluye que el Índice de Satisfacción Grupal (ISG) calculado con la fórmula:

$$ISG = \frac{A*1+B*0,5+C*0+D*(-0.5)+E*(-1)}{N}$$

alcanza el valor igual a 0,916 lo cual confirma la existencia de una buena satisfacción grupal con la efectividad de las acciones adoptadas.

**Tabla 1.** Nivel, escala de satisfacción, nomenclatura y cantidad de sujetos en cada nivel (2023).

Fuente: Elaboración Propia

Nivel	Escala de satisfacción	Nomenclatura	Cantidad de profesores
1	Clara satisfacción	A	10
2	Más satisfecho que insatisfecho	B	2
3	No definida	C	0
4	Más insatisfecho que satisfecho	D	0
5	Clara insatisfacción	E	0
6	Contradictorio	F	0
Total de estudiantes:		N	12

Fuente: Elaboración de los autores

De manera adicional las respuestas a las preguntas abiertas del cuestionario permitieron enriquecer la propuesta. Los profesores señalaron que la conversión de los problemas ordinarios en problemas de demostración posibilitó:

- Que el conocimiento explícito de la respuesta numérica a alcanzar en cada problema contribuyera a la orientación y comprobación por los estudiantes de la validez de los pasos realizados para buscar la solución.

Desde el punto de vista de los profesores, esto resultó muy valioso sobre todo en la etapa inicial de fijación por el estudiante de las acciones y operaciones de la habilidad resolver problemas

combinatorios, cuando predomina la incertidumbre sobre la corrección de la modelación y las respuestas.

- Se tributó al trabajo independiente de los estudiantes en la medida que se enriqueció la variedad de los problemas a resolver y por consiguiente de la necesidad de aplicar métodos de demostración y procedimientos heurísticos variados más allá de la comprobación de identidades combinatorias y los ejercicios de aplicación del principio de las casillas.

## CONCLUSIONES

El trabajo por el desarrollo de la habilidad resolver problemas combinatorios dentro del tema teoría combinatoria en la Matemática Discreta de la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas no está completo sin el tratamiento de los problemas combinatorios de demostración, en esta comunicación se parte de un conjunto de antecedentes teóricos que combinados con la experiencia de los autores y los aportes del colectivo de profesores permitió estructurar el tratamiento didáctico de este tipo de ejercicios.

Como resultado de las sesiones de preparación metodológicas del colectivo de profesores de matemática discreta se incrementó la cantidad y variedad de los ejercicios de demostración mediante la conversión de ejercicios cerrados, esto hizo posible la aplicación de los diversos métodos de demostración y la orientación de este tipo de ejercicios en la fase inicial de desarrollo de la habilidad resolver problemas combinatorios.

La aplicación del test de satisfacción de Iadov permitió ratificar la aceptación por parte de los profesores del colectivo de Matemática Discreta de la aplicación de ejercicios de demostración en el desarrollo de la habilidad resolver problemas combinatorios.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alsina, C., & Nelsen, R. B. (Eds.). (2021). *Demostraciones con encanto. Un viaje por las matemáticas elegantes* (2 ed.). España: Real Sociedad Matemática Española y SM.
- Arnaiz, A., & García, B. (2014). El desarrollo de habilidades matemáticas generalizadas. las habilidades resolver problemas matemáticos y demostrar proposiciones matemáticas. *Educación y Sociedad*, 12(4), 59-69. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8329362>

- Ballester, S. P. (1992). *Metodología de la enseñanza de la Matemática* (Vol. 1). La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Batanero, C., Godino, J. D., & Navarro-Pelayo, V. (1997). 18 Combinatorial Reasoning and its assessment. In I. Gal & J. B. Garfield (Eds.), *The Assessment Challenge in Statistics Education* (pp. 239-252): IOS Press. Retrieved from <https://iase-web.org/documents/book1/chapter18.pdf>.
- Chen, J. (2017). On The Improvement of Combinatorial Mathematics Teaching From Generating Function. *Computer and Information Science*, 10(2), 104-108.  
<https://pdfs.semanticscholar.org/7b76/8e7f1fb76f59173e9112f1c53af044340a95.pdf>
- de Hierro, A. F. R. L., Batanero, C., & Beltrán-Pellicer, P. (2018). El diagrama de árbol: un recurso intuitivo en Probabilidad y Combinatoria. *Épsilon: Revista de Educación Matemática*, (100), 49-63. [https://www.researchgate.net/profile/Pablo-Beltran-Pellicer/publication/332422903\\_El\\_diagrama\\_de\\_arbol\\_un\\_recurso\\_intuitivo\\_en\\_Probabilidad\\_y\\_Combinatoria/links/5cb48e0792851c8d22eaae7/El-diagrama-de-arbol-un-recurso-intuitivo-en-Probabilidad-y-Combinatoria.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Pablo-Beltran-Pellicer/publication/332422903_El_diagrama_de_arbol_un_recurso_intuitivo_en_Probabilidad_y_Combinatoria/links/5cb48e0792851c8d22eaae7/El-diagrama-de-arbol-un-recurso-intuitivo-en-Probabilidad-y-Combinatoria.pdf)
- Epp, S. (2016, 24-31 Jul). *Discrete mathematics for computer science*. Paper presented at the 13th International Congress on Mathematical Education-TSG, Hamburg.
- Godino, J. B., & Batanero, C. (2016). Implicaciones de las relaciones entre Epistemología e Instrucción Matemática para el Desarrollo Curricular: el caso de la Combinatoria. *La matematica e la suadidattica*, 24(1-2), 17-39.  
[http://enfoqueontosemiotico.ugr.es/documentos/Godino\\_Batanero\\_LaMate\\_SuaDida\\_2016\\_Epistemologia\\_instruccion.pdf](http://enfoqueontosemiotico.ugr.es/documentos/Godino_Batanero_LaMate_SuaDida_2016_Epistemologia_instruccion.pdf)
- Gordon, C. (2019). *The Role of Formulas in Student's Solution Strategies in regard to Combinatorics*. (Mathematics Education Bachelor's), Oregon State University, Oregon. Retrieved from [https://ir.library.oregonstate.edu/concern/honors\\_college\\_theses/gx41mq13d](https://ir.library.oregonstate.edu/concern/honors_college_theses/gx41mq13d)
- Kuzmina, N. V. (1970). *Metódicas investigativas de la actividad pedagógica*. Rusia: Editorial Leningrado
- Lockwood, E. R. (2015, Noviembre). *Categorizing statements of the multiplication principle*. Paper presented at the Proceedings of Thirty Seventh Annual Meeting of the North Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, East Lansing, Michigan.
- Loockwood, E. (2013). A model of students' combinatorial thinking. *The Journal of Mathematical Behavior*, 32(2), 251-265.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0732312313000230>

- Loockwood, E. (2014). A set-oriented perspective on solving counting problems. *For the Learning of Mathematics*, 34(2), 31-37. <https://www.jstor.org/stable/43894892>
- Meika, I. E., & Suryadi, D. (2018). Students' errors in solving combinatorics problems observed from the characteristics of RME modeling. *Journal of Physics: Conference Series*, 948(1), 012060. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/948/1/012060/meta> doi:10.1088/1742-6596/948/1/012060
- Ministerio de Educación Superior. (2019). *Plan de estudios E. Carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas*. MES. La Habana.
- Mneimneh, S. N. (2017). Counting with Code. *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 32(6), 101-110. <http://www.cs.hunter.cuny.edu/~saad/local/p101-mneimneh.pdf>
- Peralta, V. R. (2015). *Estrategias de Resolución de Problemas Combinatorios en Estudiantes de Licenciatura en Matemáticas*. Universidad Nacional de Colombia, Manizales.
- The Joint Task Force on Computing Curricula. (2013). Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Science (pp. 518). New York: ACM-Association for Computing Machinery. IEEE Computer Society. Retrieved from: [https://www.acm.org/binaries/content/assets/education/cs2013\\_web\\_final.pdf](https://www.acm.org/binaries/content/assets/education/cs2013_web_final.pdf)
- The Joint Task Force on Computing Curricula. (2014). Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Software Engineering (pp. 135). New York: IEEE-Computer Society. ACM-Association for Computing Machinery. Retrieved from: <https://www.acm.org/binaries/content/assets/education/se2014.pdf>

## **Anexo 1 a. Técnica de satisfacción de Iadov**

### **a) Cuestionario aplicado a los profesores de Matemática Discreta**

Estimado(a) docente: Agradecemos que responda el siguiente cuestionario con toda franqueza y honestidad, el mismo responde a la aplicación de ejercicios de demostración en el desarrollo de la habilidad resolver problemas combinatorios. Lea cuidadosamente cada pregunta antes de responder. El cuestionario es anónimo.

1. ¿Te gusta enseñar a resolver problemas combinatorios? Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_ No sé \_\_\_\_
2. ¿Cuáles son los tres tipos de problemas que más te gusta enseñar de la combinatoria?



c)  Me da lo mismo

f)  No sé qué decir.

**b) Cuadro lógico de la técnica de satisfacción de Iadov**

Pregunta 9. ¿Te satisface la forma en que se orientaron las tareas relacionadas con el desarrollo de la habilidad resolver problemas combinatorios mediante la aplicación de ejercicios de demostración?	Pregunta 3. ¿ Estás satisfecho con la efectividad alcanzada en el desarrollo de la habilidad resolver problemas combinatorios mediante la aplicación de ejercicios de demostración?								
	<b>Si</b>			<b>No sé</b>			<b>No</b>		
	Pregunta 7. Si en los próximos cursos debes continuar impartiendo el tema Teoría Combinatoria como profesor de Matemática Discreta ¿Recurrirías a incluir los ejercicios de demostración en el desarrollo de la habilidad resolver problemas combinatorios?								
	<b>Si</b>	<b>No sé</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>No sé</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>No sé</b>	<b>No</b>
A) Me gusta mucho	9	0	0	1	0	0	0	0	0
B) Me gusta más de lo que me disgusta	0	0	0	2	0	0	0	0	0
C) Me da lo mismo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D) Me disgusta más de lo que me gusta	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E) No me gusta nada	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F) No sé qué decir	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Conflicto de intereses**

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses. Todos los autores del artículo declaramos que estamos de total acuerdo con lo escrito en este informe y aprobamos la versión final.

**Contribución de autoría**

La concepción del trabajo científico fue realizada por José Hilario Quintana Álvarez, Orlenis Vega Rodríguez y Alejandro Rosete Suárez. La recolección, interpretación y análisis de datos estuvo a cargo de José Hilario Quintana, Orlenis Vega Rodríguez y Niurys Lázaro Álvarez. La

redacción/revisión del manuscrito fue realizada por José Hilario Quintana Álvarez, Orlenis Vega Rodríguez, Niurys Lázaro Álvarez y Alejandro Rosete Suárez. Los autores revisaron y aprobaron el contenido final.