



## Análisis y medición de las categorías de respuestas como resultados de un pre-test LF

Rosaime González de los Reyes<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Metodóloga de Relaciones Internacionales, Profesora Asistente del Departamento de Física, ISPJAE, Habana, Cuba, Calle 114 #11901 % Ciclovía y Rotonda. Marianao. La Habana, CP-19390, Tell-266 3467

### ARTICLE INFO

**Received:** April 2, 2018

**Accepted:** November 14, 2018

**Available on-line:** May 1, 2019

**Keywords:** Ability, item, score.

**E-mail addresses:**

grosaime87@gmail.com

ISSN 2007-9842

© 2019 Institute of Science Education.

All rights reserved

### ABSTRACT

Today there are different statistical and mathematical models that allow a qualification about certain things, including people. The objective of the present work is to quantitatively and qualitatively measure and analyze the quality of response and ability of students to answer a questionnaire using the calculation of the concentration factor and the score, through an IRT study (Response Theory This way, to evaluate the answers and previous questions that are normally done to the students as control of their self-preparation for the LF (Physics laboratory) To have a diagnosis or prior knowledge, of which they dominate over, of fiscal magnitudes and concepts of General Physics, with the aim of guiding them and helping them to make a quality report as a final activity of the P.L

Hoy en día existen diferentes modelos estadísticos y matemático que permiten dar un calificativo sobre ciertas cosas, incluso personas. El objetivo del presente trabajo, es medir y analizar de manera cuantitativa y cualitativa la calidad de respuesta y habilidad de los estudiantes para responder un cuestionario utilizando el, cálculo del Factor del concentración y el Score, a través de un estudio IRT (Teoría de Respuesta del Ítem. De esta manera evaluar las respuestas y preguntas previas que se le hacen normalmente a los estudiantes como control de su auto-preparación para el LF (laboratorio de Física). Para tener un diagnóstico o conocimiento previo, de que tanto dominan sobre, de magnitudes física y conceptos de la Física General, con el objetivo de orientarlos y ayudarlos a realizar un informe de calidad como actividad final de las P.L

## I. INTRODUCCIÓN

Varios autores han encontrado resultados importantes sobre estudios empíricos realizados para obtener buenos resultados en una encuesta como método de obtención de la información, mediante el uso de la metodología (Pannirselvam et al., 1999; Taylor y Taylor, 2009). Centrándonos en variables categóricas (no numéricas), a través de preguntas y encuestas.

Desde el comienzos del siglo XX, la construcción y el uso de tests psicométricos se han basado principalmente en la Teoría Clásica de los Tests (TCT), un modelo simple, flexible y muy conocido (Gulliksen, 1950), (Botempo, 2000) pero que no está exento de limitaciones (Embretson y Hershberger, 1999). En 1960 el matemático danés Georg Rasch propuso un modelo de medida que permite solventar muchas de las deficiencias de la TCT también la TRT y construir pruebas más adecuadas y eficientes.

La Teoría de Respuesta del Ítem (IRT) juega un rol muy importante en el estudio y análisis de test. La aplicación del IRT puede ser encontrado en diferentes campos, como por ejemplo: ciencias educacionales, medicina, estudios psicométricos y otros.

Tomando como apoyo el mapa de procesos (González, 2017) y centrando la atención en su primera etapa que conlleva un análisis cognitivo tanto del estudiante como del profesor el cual juega un rol importante como agente, motivacional a la hora de orientar cualquier actividad didáctica, para que la misma quede con la calidad requerida. Si se toma del mapa la etapa de los Momentos del Laboratorio I, donde se evidencian las habilidades cognitivas del laboratorio (Hilario, 2002), (Fuentes, 2005) queda claro que debe existir una auto-preparación por parte del estudiante y un autocontrol de conocimientos previos en la práctica y propios de la asignatura. Desde el enfoque representacional (Embretson, 1983), se ha propuesto que los procedimientos de validación del constructo (Delgado et al., 2003) no deben fundamentarse sólo en las correlaciones con criterios, sino en la explicación de las variaciones intratarea: la dificultad del ítem se considera como un indicador de la complejidad cognitiva requerida para resolverlo correctamente (Prieto y Delgado, 1999, 2003). La complejidad cognitiva se explica por los procesos, las estrategias y las estructuras de conocimiento subyacentes a la ejecución del ítem. Las extensiones del modelo de Rasch propuestas por (Fischer, 1973). Vemos como la formulación de los modelos para explicar la dificultad de los ítems a partir de los procesos mentales y las estructuras de conocimiento requeridas por la tarea es una de las extensiones del modelo de Rasch más prometedoras.

Se ha visto que la distinción básica entre las corrientes conductista y cognitivista radica en la forma en que se concibe el conocimiento. Para el conductismo, el conocimiento consiste fundamentalmente en una respuesta pasiva y automática a estímulos externos del ambiente. Mientras que el cognitivismo nos lleva básicamente a cómo trabaja la mente del individuo. Sobre esto Vigoski (p.43) plantea "El docente ir más allá de crear circunstancias y condiciones ideales más propicias para que tenga lugar el aprendizaje, pero es el niño en este caso el estudiante el que debe de aprender de sus actividades".

La Etapa I del Momento del laboratorio se evidencia una auto-preparación por parte del estudiante y la manera de controlar del profesor es mediante encuestas o preguntas previas para observar o determinar la habilidad de sus educandos a la hora de responder así sea un examen, o el propio informe de laboratorio que con tantos errores normalmente recibimos (Figura 1). Es el modelo dicotómico (Prieto y Delgado, 1999) del Ítem el que nos permitirá determinar esa habilidad para dar una respuesta correcta o como ellos ven en algunos casos unas preguntas más difíciles que otras en un cuestionario.

## II. DESARROLLO

### II.1 El Modelo de Rasch

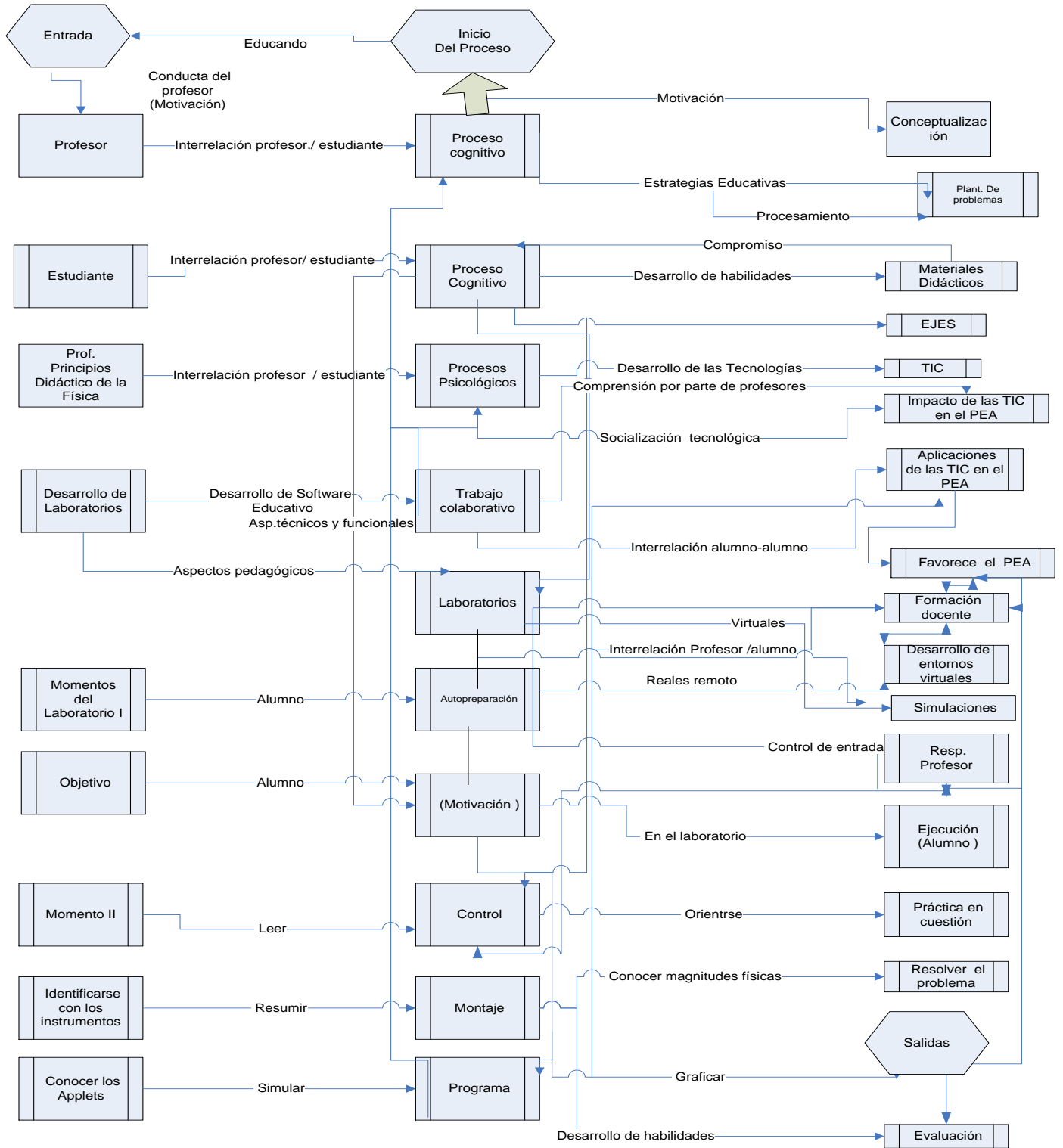
El modelo propuesto por Rasch (1960) se fundamenta en los siguientes supuestos:

1. El atributo que se desea medir puede representarse en una única dimensión en la que se situarían conjuntamente las personas y los ítems.
2. El nivel de la persona en el atributo y la dificultad del ítem determinan la probabilidad de que la respuesta sea correcta. Si el control de la situación es adecuado, esta expectativa es entonces razonable. Este modelo se utiliza para medir fenómenos latentes no observables a partir de un puntaje obtenido en ciertos ítems. Su aplicación por primera vez fue para medir la inteligencia, capacidad y rasgos de soldados daneses.

Existe una manera de relacionar los datos con los que se cuenta, es decir la relación entre el sujeto (estudiante o educando) y la dificultad de lo ítem es a través de la dicotomía donde se explica si una respuesta puede ser acertada o errónea (1,0) y es aquí donde se ve la habilidad de un estudiante para responder una pregunta, pero también se debe de tener en cuenta el grado de dificultad de la misma.

El Modelo de Rasch es una herramienta que pretende ofrecer la solución a este problema mediante la obtención de unidades de intervalo, que cumplan los requisitos de medición, a partir de datos categóricos, siendo varias las características que se destacan del modelo, como la riqueza de la Metodología. La primera de ellas es la suficiencia estadística, entendida ésta como la capacidad para extraer conclusiones fiables a partir de muestras pequeñas. La segunda se refiere a la capacidad de identificar y analizar los casos anómalos. Observándose la no posibilidad con otras técnicas donde los casos anómalos son eliminados en el análisis por considerar que desvirtúan la muestra.

# Mapa de Proceso de Desarrollo de un Laboratorio



**FIGURA 1.** Se muestra el mapa de proceso de con las diferentes etapas de un laboratorio, teniendo en cuenta el enfoque histórico-cultural de Vigoski, para el proceso cognitivo y desarrollo de habilidades en un laboratorio.

## II.2 Utilidades del Modelo

Cálculo de la fiabilidad y de la validez globales de las medidas; fiabilidad de los sujetos y de los ítems de forma individual; comprobación de la hipótesis de unidimensionalidad; análisis de las categorías de respuesta, jerarquización de los ítems en función de su dificultad y de los sujetos en función de su habilidad; detección de diferencias significativas entre sujetos de distintos grupos (para ello previamente habrá de haberse fijado una variable de diferenciación como puede ser el sexo de los sujetos, el tamaño si hablamos de empresas, la situación por Comunidades). Además, en las últimas versiones, se incluye una función a través de la cual se pueden detectar puntos fuertes y puntos débiles (una especie de análisis DAFO) de cada sujeto de forma individual.

$$\text{Si } (\beta_n - \delta_i) > 0, \text{ entonces } P [X_{ni} = 1] > 0,5$$

$$\text{Si } (\beta_n - \delta_i) < 0, \text{ entonces } P [X_{ni} = 1] < 0,5$$

$$\text{Si } \beta_n = \delta_i = 0, \text{ entonces } P[X_{ni} = 1] = 0,5$$

Con los cálculos apropiados se obtiene

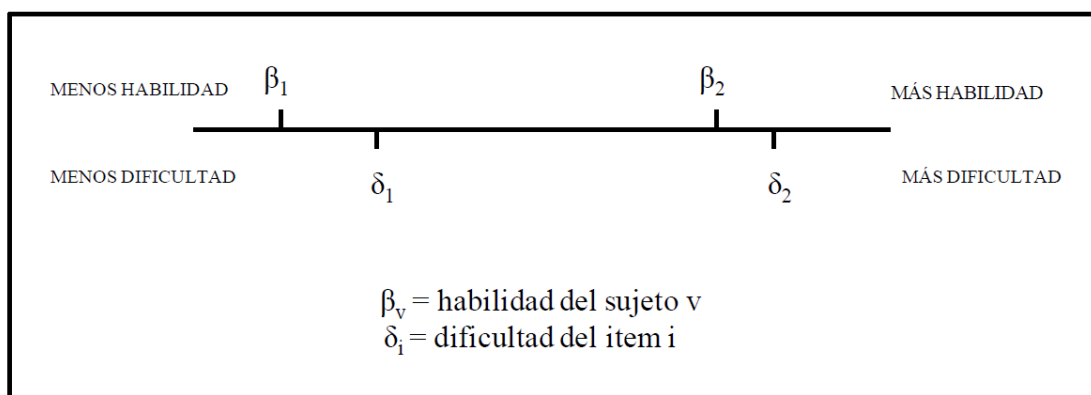
**FIGURA 2.** A la izquierda se hace referencia a los parámetros que representa la habilidad, con respecto al parámetro latente o la dificultad del ítem  $i$ , que pueden ser calculados mediante la expresión 1.

$$P (X_{ni} = 1 / \beta_n, \delta_i) = \frac{e^{\beta_n - \delta_i}}{1 + e^{\beta_n - \delta_i}} \quad (1)$$

Donde  $(n)$  es la respuesta de los estudiantes,  $(i)$  cantidad de ítem y la probabilidad de que el resultado sea correcto es  $(X_{ni})$  donde la respuesta correcta está dada por la ecuación 1

$\beta_n$  Parámetro que representa la habilidad

$\delta_i$  Parámetro latente o dificultad del ítem  $i$



**FIGURA 3.** Determinación del rango de habilidad a través del continuo lineal, dado por la Unidimensionalidad del modelo al obtener todos los ítems (preguntas del cuestionario) se refieren a un único constructo.

Otra metodología cualitativa interactiva (Moreno y Guarín, 2010), es el Factor de Concentración y de Score. Que puede ser aplicado a un pre-test. El factor de concentración  $c$  es una función que brinda la respuesta de los estudiantes a una pregunta, esta toma un valor en el intervalo  $[0,1]$ , la concentración entre  $(0 < c < 0,2)$  es baja, para  $(0,2 < c < 0,5)$  es media y para  $(0,5 < c < 1)$  es alta; el factor  $c$  está dado por la siguiente ecuación (2) (Bao Radich)

$$c = \frac{\sqrt{m}}{\sqrt{m}-1} \left( \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^m (n_i)^2}}{N} - \frac{1}{\sqrt{m}} \right) \quad (2)$$

**TABLA I.** Tipos de factor de Concentración

Type	A	B	C	D	E
I	20	20	20	20	20
II	50	10	30	5	5
III	100	0	0	0	0

A medida que se aprende de la investigación cualitativa en el aprendizaje de los estudiantes, y de las respuestas de sus problemas en muchos contextos físicos lo consideran como el resultado de aplicar un pequeño modelo.

Si se diseña una pregunta de opción múltiple con estas alternativas incluidas como distractores, el estudiante debe concentrarse en las respuestas las elecciones asociadas con esos modelos. Por otra parte, si los estudiantes tienen poco conocimiento del tema, pueden actuar como si no tuvieran ningún modelo, o como si eligieran entre una amplia variedad de modelos diferentes. En este caso, sus respuestas serán cercanas a una distribución aleatoria entre todas las opciones. Por lo tanto, la forma en que las respuestas de los estudiantes se distribuyen puede producir información sobre el estado de los estudiantes.

### II.3 Instrumentación de la metodología

El pre-test o prueba de conocimientos FL (Laboratorio de Física) fue aplicado a la carrera de Ingeniería Mecánica a estudiantes de primer año, una muestra de 25 estudiantes (para facilitar los cálculos de los vectores  $R$ ). El test está compuesto por 30 ítems donde sólo puede estar “bien” o “mal” su respuesta (modelo “dicotómico”), organizados 6 preguntas con 5 incisos cada uno. Las preguntas se construyeron a partir de los contenidos elementales de la Física General (Sears Zemansky, 2013) de los libros de texto correspondientes al primer curso del año, con el objetivo de evaluar conocimiento sobre magnitudes vectoriales, conceptos básicos de la cinemática y valores de constantes físicas. Además de obtener el porcentaje de concentración de cada pregunta y del grupo de manera general.

La aplicación del test tuvo lugar durante el mes de enero de 2018 en la conferencia introductoria de laboratorio y sus incertidumbres siguiendo las recomendaciones éticas usuales.

$$\begin{aligned} R &= \sum_{i=1}^{25} R_k = R_1 + R_2 + \dots + R_{25}, \\ &= (0, 0, 0, 1, 0) + (0, 0, 0, 1, 0) + \dots + (0, 0, 1, 0, 0), \\ &= (n_1, n_2, n_3, n_4, n_5). \end{aligned} \quad (3)$$

La expresión 3 la cantidad de ítem desde  $i=1$  hasta  $N=25$  que es la cantidad de estudiantes y así obtener los R vectores para cada una de las preguntas del cuestionario,

$$\sum_{i=1}^5 (n_i)^2 = (n_1)^2 + (n_2)^2 + (n_3)^2 + (n_4)^2 + (n_5)^2. \quad (4)$$

De la expresión 4 se obtienen las respuestas de los estudiantes por ítems, permitiendo el cálculo de:

$$r = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^5 (n_i)^2}}{25}, \quad (5)$$

Dónde:  $r$  es el factor de longitud de escala del vector R,

$$C = \frac{\sqrt{5}}{\sqrt{5}-1} \left( r - \frac{1}{\sqrt{5}} \right), \quad (6)$$

Calculándose entonces el (Factor de Concentración)

### III. RESULTADOS Y DISCUSION

Vectores R resultantes de las 6 preguntas

$$R1 = [19 \ 1 \ 3 \ 0 \ 0];$$

$$R2 = [21 \ 1 \ 3 \ 0 \ 0];$$

$$R3 = [3 \ 0 \ 21 \ 1 \ 0];$$

$$R4 = [2 \ 0 \ 14 \ 8 \ 1];$$

$$R5 = [6 \ 2 \ 17 \ 0 \ 0];$$

$$R6 = [3 \ 6 \ 16 \ 0 \ 0];$$

Es válido destacar que todos los valores de  $r$  son mores que 1, condición que debe de cumplir la ecuación 5.

**TABLA II.** Valores de concentración & Score

	Valores de Concentración	Valores de Score
*	C1=0,95	S1=0,68
	C2=1,08	S2=0,64
	C3=1,10	S3=0,96
	C4=1,34	S4=0,32
	C5=0,85	S5=0,72
	C6=0,81	S6=0,78

### III.1 Clasificación de los patrones de respuestas en correspondencia con el nivel de las preguntas del test

Las clasificaciones están dadas por los diferentes niveles de valores de concentración y de score, por ejemplo: una pregunta que tenga un bajo nivel de S y un alto nivel de C la respuesta se clasifica como LH. Es importante destacar que los patrones de respuestas de los estudiantes están en correspondencia con nivel de complejidad de las preguntas.

Cuando es del tipo LL significa que tiene un bajo score y un bajo nivel de concentración lo que lleva la conclusión que los estudiantes tienen poco o no ningún dominio del contenido M nivel medio.

En el artículo la muestra es de N=25 estudiantes con m=5. Donde existen 3 niveles de clasificación: L, M y H.

**TABLA III.** Clasificación de los niveles de concentración para cada pregunta

Score (S)	Nivel	Concentración (C)	Nivel
S1=0,68	M	C1=0,95	H
S2=0,64	M	C2=1,08	H
S3=0,96	H	C3=1,10	H
S4=0,32	L	C4=1,34	H
S5=0,72	H	C5=0,85	H
S6=0,78	H	C6=0,81	H

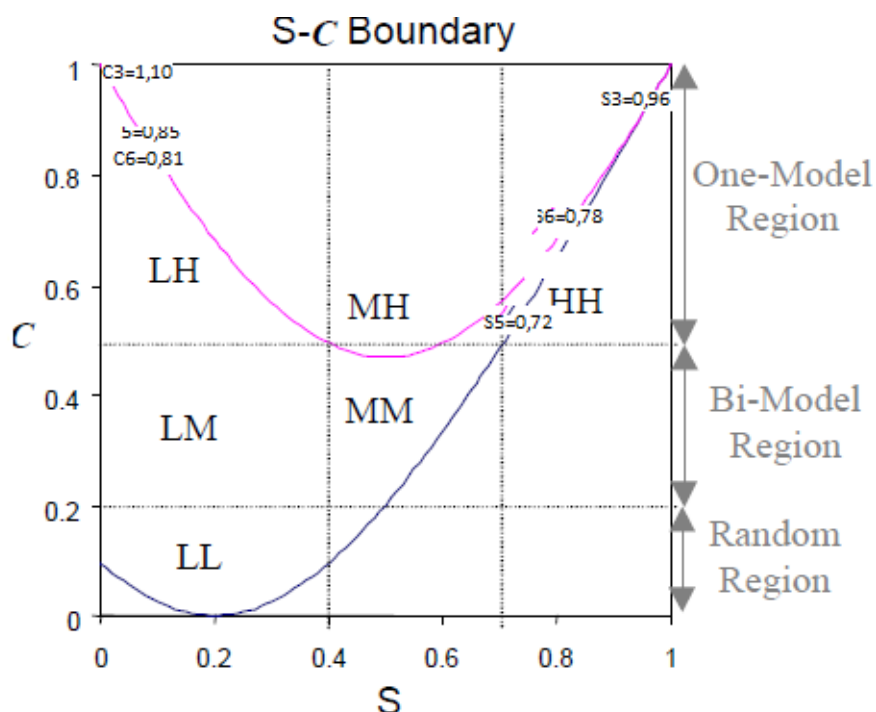
Como conclusión vemos que las preguntas 3, 5 y 6 tienen los mejores resultados, sin embargo la pregunta 1 a pesar de que tiene un alto nivel de concentración su score es medio según los valores de rango para evaluar los resultados ver Anexo 1, también se observa que una combinación del factor de concentración y el score da lugar a diferentes tipos de respuestas que pueden clasificarse como se muestran en la siguiente tabla

**TABLA IV.** Combinación del factor de Concentración y del Score

		Implications of the patterns
One-Peak	HH	One correct model
	LH	One dominant incorrect model
Two-Peak	LM	Two possible incorrect models
	MM	Two popular models (correct and incorrect)
Non-Peak	LL	Near random situation

- En el test predomina la clasificación del tipo Open –Peak debido a que la respuesta es única, siendo los restantes incisos distractores, una muestra de la dicotomía.

- Otra conclusión en cuanto a clasificación de las respuestas de los estudiantes se evidencia en la pregunta 4 donde no por falta de aclaración sino de error en la pregunta algunos tomaron dos respuestas lo que demuestra un dominio incorrecto del modelo LH, aun siendo aclarado que solamente se podía responder con un inciso.



**FIGURA 3.** Representación gráfica S-C de la respuesta de los estudiantes a las preguntas del cuestionario, aquí se destaca la normalización de los puntos (1,1) para S y C lo que no es de todo cierto pues todos los estudiantes no respondieron correctamente el test.

Donde S responde al número de estudiantes que respondieron bien a la pregunta, sobre el total de estudiantes de la muestra.

**TABLA 5.** Porcentaje de respuestas dadas a las preguntas del pre-test

Número de preguntas	1	2	3	4	5	6
Cantidad de Aciertos	20	16	20	14	17	16
Porcentaje %	80%	64%	80%	56%	68%	64%

#### IV. CONCLUSIONES

La puesta en práctica del pre-test como actividad o estrategia didáctica para consolidar conocimiento de la física general, cumple con el objetivo planteado al comienzo del trabajo. Es importante destacar que las 6 preguntas con un total de 30 ítems utilizados en el análisis fueron ordenado conforme a los parámetros de entrelazar preguntas de mayor con menor complejidad lo que llevó a la autora a conocer donde estaban las mayores dificultades en conocimientos, identificadas en las magnitudes físicas que se tratarían en el laboratorio.

Es válido señalar que el 100% de los estudiantes dieron respuestas al cuestionario, mostrándose en la tabla 5 el resultado de respuestas por preguntas.

#### AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los estudiantes de la Facultad de Mecánica por el apoyo otorgado para la realización de este trabajo.

Se le agradece al Dr. Rubén Sánchez del IPN, México por su colaboración.

Se agradece al Departamento de Física de La Universidad Tecnológica de la Habana, Cuba.



**REFERENCIAS**

- Botempo, B. D. (2000). *Department of Education*. Chicago, Illinois: The University of Chicago.
- Embretson, S. E., & Hershberger, S. L. (1983). Construct validity: Construct representation versus nomothetic. *Psychological Bulletin*, 52, 179-197.
- Embretson, S. E., & Hershberger, S. L. (1999). *The new rules of measurement*. Mahwah, NJ: LEA.
- Fischer, G. H. (1973). Linear logistic test model as an instrument in educational research. *Acta Psychologica*, 37, 6, 359-374.
- González, R. (2017). Las Tecnologías Informáticas Educativas en el Sistema de Enseñanza- Aprendizaje Universitario Cubano. Junio 18, 2018, de ResearchGate Sitio web: [https://www.researchgate.net/publication/321918338\\_](https://www.researchgate.net/publication/321918338_)
- Herrera, J. L. (2005). La importancia de capacitar a los estudiantes de ingeniería en medir magnitudes físicas con exactitud y precisión. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2, 2, 163-172.
- Jiménez, K., & Montero, E. (2013). Aplicación del modelo de Rasch, en el análisis psicométrico de una prueba de diagnóstico en matemática. *Revista digital Matemática, Educación e Internet*, 13,1, 1-38.
- Prieto, G., & Delgado, R. (2003). Análisis de un test mediante el modelo de Rasch. *Psicothema*, 15, 7, 94-100.
- Prieto, G., & Delgado, A. R. (1999). Medición cognitiva de las aptitudes. *Tests informatizados: Fundamentos y aplicaciones*. Madrid: Pirámide.
- Plás, N. B. (2009). El Modelo de Rasch aplicado a la medición multidimensional de la pobreza en España. In: Encuentro de Economía Pública. Palacio de Congresos de Granada.
- Rizopoulos, D. (2010). *Item Response Theory in R using Package ltm*. Department of Statistics and Mathematics: WU Wirtschaftsuniversität Wien.
- Sánchez, L., & Blanco, B. (2012). El modelo de rasch en dirección de operaciones (rasch model in operations management). *Working Papers on Operations Management*, 3, 2, 35-47.
- Tanda., H. F. (2002). Una concepción de profesionalización desde la disciplina Física General en Ciencias Técnicas. Departamento de Física, Cuba: Universidad Tecnológica de la Habana.
- Zemansky, S., & Freedman, Y. (2013). *Física Universitaria*. Habana: Editorial Félix Varela.