



El conocimiento situacional y su relación con el proceso de solución: un estudio en electromagnetismo

Laura Buteler & Zulma Gangoso

To cite this article: Laura Buteler & Zulma Gangoso (2007) El conocimiento situacional y su relación con el proceso de solución: un estudio en electromagnetismo, *Infancia y Aprendizaje*, 30:2, 215-226, DOI: [10.1174/021037007780705193](https://doi.org/10.1174/021037007780705193)

To link to this article: <https://doi.org/10.1174/021037007780705193>



Published online: 23 Jan 2014.



Submit your article to this journal [↗](#)



Article views: 17



View related articles [↗](#)

El conocimiento situacional y su relación con el proceso de solución: un estudio en electromagnetismo

LAURA BUTELER^{1,2} Y ZULMA GANGOSO¹

¹Universidad Nacional de Córdoba; ²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas – CONICET



Resumen

El presente estudio tiene como objetivo caracterizar el conocimiento situacional que novatos “avanzados” tienen disponible en su memoria, y caracterizar la función de ese conocimiento situacional durante la resolución de un problema. Dado el carácter exploratorio del trabajo, gran parte del objetivo del mismo es evaluar la pertinencia de los indicadores seleccionados para las dimensiones que se pretenden valorar. Se trabaja con alumnos de quinto cuatrimestre de una licenciatura de Física perteneciente a una universidad pública de Argentina, a los que se considera novatos avanzados. Los resultados muestran que algunos indicadores resultan útiles para la caracterización propuesta y que es necesario tener en cuenta otra dimensión para el conocimiento situacional además del propuesto en este estudio.

Palabras clave: Conocimiento situacional, novatos avanzados, resolución de problemas, electromagnetismo.

Situational knowledge and physics problem solving: A study on electromagnetism

Abstract

An exploratory study is presented in which proficient novices' situational knowledge and its role during problem-solving are characterised. Due to the exploratory nature of the study, one of its goals is the assessment of dimensions to characterise this type of knowledge. The subjects involved are 5th semester physics major students in Argentina. Results suggest that some of the indicators proposed are adequate and that further development is needed for the tools to evaluate another dimension of situational knowledge.

Keywords: Situational knowledge, proficient novice solvers, problem solving, electromagnetism.

Introducción

Una de las principales dificultades que experimenta el novato al enfrentarse a un problema de Física es relacionar la información presentada en el enunciado de un problema con su conocimiento previo. El experto, por el contrario, es capaz de reconocer rápidamente en el enunciado aquella información que le será útil para resolver el problema. Este fenómeno fue destacado inicialmente en los estudios que caracterizan las diferencias entre expertos y novatos, ya sea durante el proceso de resolución de un problema o a partir de alguna otra tarea cognitiva que permita estudiar el conocimiento de base de estos individuos (Chi, Feltovich y Glaser, 1981; Chi, Glaser y Rees, 1982; de Jong y Ferguson-Hessler, 1986, 1991; Ferguson-Hessler y de Jong, 1987; Larkin, 1983; Maloney, 1994; Mcmillian y Swadener, 1991).

En general, tanto los estudios que atienden a la descripción del conocimiento de base de los sujetos, como aquellos interesados en el proceso mismo de solución han considerado una clasificación dicotómica para el nivel de experticia: experto/novato. Esta descripción dicotómica ha servido de fundamento para orientar el desarrollo de estrategias de enseñanza cuyo fin es mejorar el desempeño de los estudiantes de física (Foster, 2000; Huffman, 1994; Leonard, Gerace y Dufresne, 2002; Maloney, 1994; Mestre, Dufresne, Gerace, Hardiman, y Tonger, 1993; van Heuvelen, 1991). Ellos toman como punto de partida a estudiantes de física como los sujetos novatos, a quienes se instruye de manera de favorecer el desarrollo de ciertas habilidades expertas. Estos estudios centran su atención en un punto de partida (el novato y sus características) y en una meta (ciertos hábitos tipo experto), prestando escasa atención a los puntos intermedios (el desarrollo de la experticia).

Entre los trabajos que estudian el conocimiento de base del sujeto que resuelve, ha existido una tendencia generalizada a considerar dos tipos de conocimientos: conceptual (conceptos, leyes y principios físicos) y procedimental (conjunto de acciones permitidas en un dado dominio que permiten pasar de un estado a otro durante la resolución). Si bien se trata de dos tipos de conocimiento indispensables para resolver un problema de física, algunos trabajos más recientes proponen tener en cuenta un tercer tipo: el conocimiento situacional, entendido como el conocimiento de rasgos típicos de situaciones problemáticas que pueden actuar como condiciones de aplicación de conceptos y procedimientos (Allbaugh, 2003; de Jong y Fergusson-Hessler, 1996; Leonard *et al.*, 2002; Savelsbergh, de Jong y Fergusson-Hessler, 2002).

Según de Jong y Fergusson-Hessler (1996), este conocimiento es el que le permite al sujeto que resuelve percibir selectivamente los rasgos relevantes del enunciado del problema y agregar, si es necesario, más información. Según estos autores, el conocimiento situacional puede servir para crear una representación inicial del problema desde la cual, si la organización del conocimiento del sujeto es adecuada, se puede recuperar conocimiento adicional necesario para su resolución.

Leonard *et al.* (2002), describen en términos generales algunas características de la estructura del conocimiento situacional, procedimental y conceptual de sujetos expertos y novatos. En los expertos cada uno de estos conocimientos está representado respondiendo a una estructura jerárquicamente organizada. Además de las relaciones jerárquicas entre los elementos de cada conjunto, los expertos establecen fuertes vínculos bidireccionales entre los tres tipos de conocimiento, que les permiten relacionar situaciones físicas a conceptos y procedimientos para resolverlas. En los novatos cada uno de estos conocimientos está representado de manera desorganizada y no relacionada, y los vínculos entre ellos tres son

débiles o inexistentes. Esta propuesta para representar el conocimiento permite, al menos en parte, explicar el comportamiento reportado por de Jong y Ferguson-Hessler (1996).

En cuanto al contenido y estructura del conocimiento situacional, Savelsbergh *et al.* (2002) estudian características de este conocimiento en expertos (profesores universitarios y estudiantes de doctorado) y en novatos con distintos desempeños académicos (que ellos denominan “more and less proficient students”). Ellos encuentran que, al considerar a todos los novatos como un grupo y a todos los expertos como otro, las diferencias del conocimiento situacional entre ambos grupos acuerdan con las reportadas en estudios previos de expertos y novatos. Sin embargo, cuando se estudian las características dentro de cada grupo, las diferencias entre el conocimiento situacional de novatos con mayor y menor rendimiento académico no se encuentran siempre en la misma dirección que los estudios de expertos y novatos. Es decir, las dimensiones que con éxito han sido utilizadas para caracterizar las diferencias entre expertos y novatos, no serían las mismas que se requieren para destacar las diferencias entre novatos de menor y mayor desempeño académico.

Los resultados de su estudio muestran que en ambos grupos de novatos el conocimiento situacional está mayoritariamente centrado en objetos concretos, cantidades espaciales, relaciones causales, y un marcado énfasis en las incógnitas asociadas a las situaciones problemáticas que ellos proponen, características típicas reportadas para los resolvidores novatos. En este sentido, las categorías de novatos con mayor y menor desempeño académico no se distinguen entre sí en la manera en que lo hacen las categorías de expertos y novatos. Otra observación realizada por los autores es que la coherencia de las situaciones evocadas por ellos difieren. Mientras que los estudiantes de menor desempeño se caracterizan por describir situaciones a un solo nivel (sin elaboración de información) e incoherentes desde el comienzo, los estudiantes con mejor desempeño académico son capaces de elaborar información a partir de los elementos mencionados inicialmente y recuperar situaciones más completas y coherentes desde el principio.

En síntesis, el estudio de Savelsbergh *et al.* (2002), muestra que el conocimiento situacional en los primeros estadios del desarrollo hacia la experticia (es decir, en novatos con menor y mayor desempeño académico), los que a su vez ocurren durante el periodo de instrucción formal, posee diferencias propias que no necesariamente coinciden con aquellas relevadas en los estudios de expertos y novatos. Este resultado pone en duda la existencia de una relación lineal entre novatos y expertos cuando se observan sus características en función del tiempo de instrucción.

La revisión anterior intenta poner en consideración dos aspectos referidos al conocimiento situacional. Uno de ellos es que la inclusión de este tipo de conocimiento como parte necesaria para resolver un problema de física resulta atractiva en tanto sirve de “puente” entre el enunciado del problema y aquello que el sujeto ya sabe, permitiendo abordar un problema de larga data, tanto en el campo educativo en general como en la resolución de problemas de física en particular. Resulta entonces de interés avanzar e indagar acerca de la naturaleza y los mecanismos de tal “puente”. Por ejemplo, cabe preguntarse cómo construyen los novatos su conocimiento de situaciones, cómo establecen los primeros vínculos entre su conocimiento de situaciones de problemas de física y su conocimiento de conceptos y procedimientos, y cómo se manifiestan esos vínculos durante el proceso de solución de un problema de física. Si bien estas preguntas resultan muy ambiciosas, en este estudio se pretende avanzar en algunos aspectos puntuales de las mismas.

La otra cuestión que se pretende destacar es la pertinencia de continuar los estudios de expertos y novatos incluyendo estadios intermedios, como lo son novatos “avanzados” o novatos con mayor desempeño académico. Estos sujetos arrojan información útil para caracterizar el desarrollo hacia la experticia, información que es valiosa para aquellos interesados en las implicaciones instruccionales de esta línea de investigación.

Objetivos del estudio

El presente estudio tiene como objetivo caracterizar el conocimiento situacional que los novatos avanzados tienen almacenado en su memoria, y caracterizar la función de ese conocimiento situacional durante la resolución de un problema. Sin embargo, dado el carácter exploratorio del trabajo, gran parte del objetivo del mismo es evaluar la pertinencia de los indicadores seleccionados para las dimensiones que se pretenden valorar.

El estudio

El estudio es de carácter exploratorio dado que no existen categorías previas referidas al conocimiento situacional. En este sentido, se pretende que los resultados obtenidos sirvan para refinar las preguntas iniciales, establecer dimensiones o categorías relevantes para valorar el conocimiento situacional, y conjeturar—en un mediano plazo— hipótesis contrastables que puedan dar lugar a futuros estudios explicativos. Dada la naturaleza del estudio, se considera que los protocolos verbales de los sujetos, obtenidos mediante entrevistas individuales y personales, son los registros más adecuados para recolectar información. Por esta razón se prioriza un análisis interpretativo de pocos sujetos.

Los sujetos involucrados

Se trabaja con cuatro sujetos que son alumnos regulares del quinto cuatrimestre de una Licenciatura de física y que participaron voluntariamente luego de una convocatoria general al curso completo. Estos estudiantes se consideran novatos avanzados por dos razones: los contenidos de física sobre los que se trabaja en este estudio (electromagnetismo) se desarrollan en una materia que ellos ya cursaron y regularizaron el cuatrimestre anterior a la experiencia, y son estudiantes que ya han desarrollado ciertas habilidades para resolver problemas en distintas áreas de la física como la mecánica, termodinámica y electromagnetismo.

Estos sujetos se identifican en el estudio como D, G, L y M. Los investigadores que conducen el estudio no son docentes de los estudiantes involucrados.

La tarea

a) *El material*: A partir de un problema de electromagnetismo (elegido de manera que no formara parte de la guía de prácticos realizada por estos estudiantes), se seleccionaron los cinco conceptos y leyes físicas que permiten resolverlo.

El material consistió en un conjunto de seis hojas. Cada una de las cinco primeras hojas contenía uno de los conceptos o leyes físicas seleccionadas. La figura 1 muestra el orden y el formato en que las leyes y conceptos físicos fueron presentados a los sujetos. También muestra las preguntas que se les hicieron a ellos cuando se les presentaba cada una de esas formulaciones. Las preguntas eran las mismas para las cinco formulaciones presentadas. Estas cinco formulaciones junto con las preguntas que se hacen sobre ellas es lo que la figura 1 denomina *primera parte de la tarea*.

La última hoja contenía el problema de electromagnetismo seleccionado, que ellos debían resolver y es lo que la figura 2 denomina *segunda parte de la tarea*.

FIGURA 1
Primera parte de la tarea

$$\begin{aligned} m \, d^2x/dt^2 &= \mathbf{F} && (\text{hoja 1}) \\ \mathbf{F} &= i \mathbf{l} \times \mathbf{B} && (\text{hoja 2}) \\ V &= iR && (\text{hoja 3}) \\ \Phi_B &= \int \mathbf{B} \cdot d\mathbf{a} && (\text{hoja 4}) \\ \text{fem} &= -d\Phi_B/dt && (\text{hoja 5}) \end{aligned}$$

Preguntas (realizadas verbalmente por el entrevistador para cada hoja):

¿Qué significa la expresión?

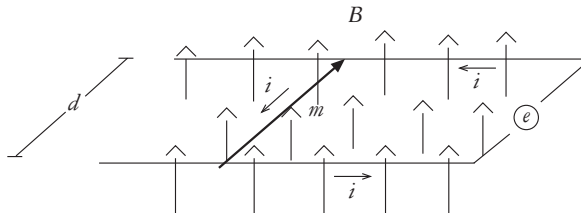
¿Qué tipos de problemas recuerdas asociados a esta expresión?

Describe todas las situaciones distintas que puedas en las cuales esta expresión sea aplicable (puedes usar lápiz y papel)

¿Cuáles son las diferencias y similitudes entre las situaciones anteriores?

FIGURA 2
Segunda parte de la tarea

Un alambre metálico de masa m se desliza sin fricción sobre dos rieles separados por una distancia d en un plano horizontal como se muestra en la figura. El alambre está conectado a una



batería de fem constante e y ubicado en un campo magnético vertical y uniforme \mathbf{B} . Los rieles están fijos y su resistencia es despreciable respecto de la resistencia del alambre.

a- ¿Qué se puede decir acerca del movimiento de la varilla antes de resolver las ecuaciones?

b- Encontrar la ecuación que describe la velocidad del alambre suponiendo que éste estaba en reposo al conectar la batería.

b) Presentación del material: El material fue presentado a los sujetos organizado secuencialmente de manera que los sujetos pasaban a la hoja siguiente una vez que habían respondido a las preguntas correspondientes a la hoja anterior. Los sujetos fueron entrevistados individualmente y las entrevistas fueron grabadas y luego transcritas.

Entrevistas

Las entrevistas fueron individuales y de aproximadamente 45 minutos cada una. Para cada una de las hojas presentadas en la primera parte del estudio, el entrevistador realizaba las preguntas que se muestran en la figura 1. La primera de las preguntas de esa figura se utiliza a fin de corroborar la atribución adecuada del significado físico a los símbolos utilizados en las expresiones matemáticas. Se les permitía a los sujetos escribir o dibujar sobre cada hoja.

Para la segunda parte de la tarea (resolución del problema), el entrevistador requería que se resolviera el problema en voz alta, alentando a los sujetos a verbalizar la mayor cantidad posible de sus pensamientos durante la resolución.

Indicadores

La primera parte de la tarea se utiliza para valorar la estructura del conocimiento situacional de los sujetos. Esta primera parte de la tarea es similar a la planteada en el estudio de Savelsbergh *et al.* (2002), aunque no lo es el tratamiento de los datos recogidos. La elección de esta técnica resulta interesante ya que intenta minimizar la influencia de factores contextuales que aparecen inevitablemente cuando se pretende valorar conocimiento a partir de un problema en un contexto específico (Mestre, Thaden-Koch, Dufresne y Gerace, 2004).

Los registros de esta primera parte del estudio fueron interpretados partir de dos indicadores:

- El número de situaciones verbalizadas.
- El número de situaciones verbalizadas distintas entre sí.

Estos indicadores dan cuenta del tamaño y organización del conocimiento situacional, o sea de su estructura.

La segunda parte de la tarea se utiliza para valorar la función del conocimiento situacional de los sujetos al intentar resolver un problema. Se plantea una tarea clásica de resolución de problemas en la que se requiere a los sujetos realizar una descripción cualitativa de la situación problemática antes de resolver formalmente el problema. Para dar esta descripción cualitativa los sujetos deben construir una representación inicial del problema la cual se construye, según de Jong y Fergusson-Hessler (1996), a partir de su conocimiento situacional. Esto permite utilizar esta representación inicial para valorar la función del conocimiento situacional. Los indicadores seleccionados para valorar esta representación inicial son:

- (FI) La presencia/ausencia de los fenómenos físicos involucrados.
- (R) La presencia/ausencia de la relación entre ellos.
- (OT) La organización temporal de los mismos.
- (CP) La capacidad predictiva de la representación.

Los indicadores anteriores son tentativos y pensados específicamente para esta experiencia. Es objetivo del trabajo evaluar su pertinencia para valorar las dimensiones propuestas.

La resolución formal del problema (utilizando ecuaciones para obtener un resultado analítico) se valora según la completitud y pertinencia de las ecuaciones escritas y según el resultado obtenido.

Resultados

En todos los casos los estudiantes identificaron las ecuaciones presentadas y les atribuyeron el significado físico adecuado (valorado a partir de la respuesta a “¿qué significa la expresión?” de la primera parte de la tarea). En cuanto a la estructura del conocimiento situacional, la figura 3 muestra los resultados obtenidos para los cuatro alumnos entrevistados. El eje de las abscisas representa las categorías “situaciones” y “situaciones distintas”. El eje de las ordenadas muestra la frecuencia absoluta de cada una de las dos categorías para cada sujeto, o sea el número de situaciones y el número de situaciones distintas verbalizadas por cada sujeto durante la primera parte de la tarea.

La categoría “situaciones” se refiere a las situaciones que los sujetos verbalizaron como respuesta a las consignas “¿qué tipos de problemas recuerdas asociados a esta expresión?” y “describe todas las situaciones distintas que puedas en las cuales esta expresi-

sión sea aplicable”. La categoría “situaciones distintas” se refiere a situaciones que son diferentes entre sí, ya sea porque los contextos de las situaciones son distintos o porque cuando los contextos son muy similares o iguales, los sujetos son capaces de establecer diferencias entre ellos proponiendo distintas demandas para las situaciones, que involucran diferentes procedimientos de solución. Estas diferencias pudieron valorarse mayoritariamente a partir de la consigna “¿cuáles son las diferencias y similitudes entre las situaciones anteriores?”. Los segmentos que se transcriben pertenecen a distintos sujetos y ejemplifican las categorías anteriores.

– Situaciones de contextos diferentes:

G: “... una situación podría ser una partícula cargada en un campo eléctrico E, entonces la fuerza sobre la partícula depende de la carga y del campo, y si aplico $m \frac{d^2x}{dt^2} = F$ puedo calcular la aceleración de la partícula...”

“... otro caso podría ser con el campo gravitatorio... dos masas... aisladas que se mueven una con respecto a la otra, entonces con $m \frac{d^2x}{dt^2} = F$ yo podría encontrar la ecuación de movimiento para el centro de masas del sistema...”

“... también puedo usar esta expresión para resolver el problema de un resorte donde tengo la fuerza relacionada con la posición...”

– Situaciones de contextos similares, pero diferentes procedimientos de solución:

D: “... por ejemplo si tenemos una espira y tenemos que el campo magnético es constante y uniforme, y hacés girar la espira para un lado y para el otro... entonces $fem = -\frac{d\phi}{dt}$ te permite calcular la fem inducida...”

“... o si el campo está limitado a una región del espacio, entonces la espira de antes entra y después sale de ese espacio, entonces en ese caso también se genera una fem...”

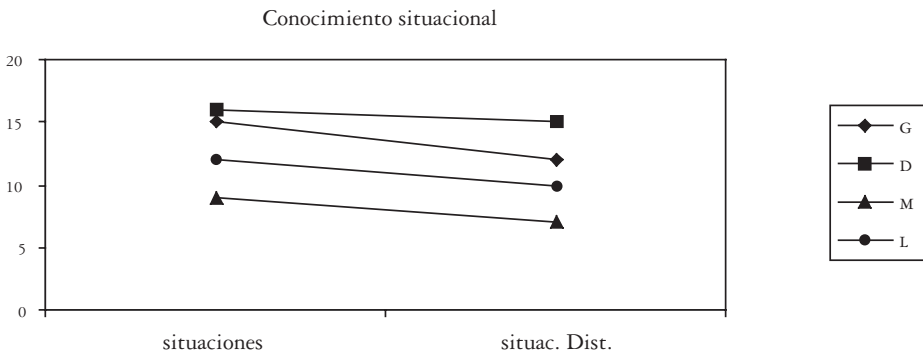
– Situaciones que se consideran iguales:

M: “... sí, concretamente se me viene a la cabeza conocer la corriente que atraviesa por un aparato eléctrico... un electrodoméstico... (se refiere a $V = iR$)... yo conozco la resistencia del mismo y el voltaje al que lo conecto... entonces calculo la intensidad...”

“... para resolver circuitos, es decir, otro donde... conociendo las resistencias del circuito, y la intensidad, puedo calcular el voltaje...”

FIGURA 3

Frecuencias absolutas de las situaciones y de las situaciones distintas verbalizadas durante la primera parte de la tarea



La figura 3 muestra una tendencia aproximadamente constante entre el número de situaciones y el número de situaciones distintas para cada uno de los sujetos. Para cada uno de ellos, el número de situaciones distintas es ligeramente inferior al número de situaciones pero las razones entre ambos números parece conservarse para cada sujeto.

Respecto de la segunda parte de la tarea, se muestran a modo de ejemplo las interpretaciones de algunos fragmentos de protocolos acerca de la presencia o ausencia de los indicadores referidos a la representación inicial (ver sección indicadores).

El que sigue es un protocolo que incluye todos fenómenos físicos involucrados (FI), las relaciones entre ellos (R) y muestra evidencias de la organización temporal de la situación planteada (OT):

G: ... en principio va a haber fuerzas sobre la varilla por lo que no sé si se va a mover siempre. Si yo supiera que no hay fuerzas diría que se mueve con velocidad constante. Pero como acá tengo una corriente y un campo magnético, puedo decir que hay una fuerza sobre la varilla, entonces en principio se va a acelerar... y a medida que se mueva va a cambiar el flujo magnético a través de la superficie, entonces se va a producir una fem que va a cambiar la corriente, entonces me va a cambiar la fuerza también.

A diferencia del anterior, el siguiente protocolo muestra evidencias de la presencia de los fenómenos físicos involucrados y sus relaciones, pero no da indicios de una organización temporal para los mismos:

L: ... estoy pensando que voy a tener un flujo cambiante de campo magnético, porque como la barra se mueve, va a aumentar el área de esto. Me dicen que tengo una fuerza electromotriz (fem) en el circuito, entonces voy a tener la fem propia del circuito mas una fem inducida, donde utilizando el flujo, la fem constante del circuito, y el hecho de que tengo una corriente inicial y un campo magnético, y mediante la fórmula ésta que vimos antes (se refiere a $F = il \times B$), voy a poder escribir la fuerza que está actuando en este alambre de masa m , y entonces de allí puedo encontrar las ecuaciones de movimiento... esas dos fem, la de la fuente y la inducida, me sirven para calcular la corriente que va a estar circulando, la que necesito para plantear la ecuación $F = il \times B$, donde tengo la masa, tengo l , y una vez que tengo eso igualo esta fuerza al producto de la masa por la aceleración, y encuentro la ecuación de movimiento de la barra.

El protocolo que sigue muestra la ausencia de organización temporal y de una relación entre los fenómenos físicos involucrados en la situación planteada. En particular no hay evidencias de la relación entre la fuerza total sobre la varilla y la corriente inducida en el alambre:

M: ... lo primero que se me ocurre son las herramientas que voy a necesitar para resolver el problema... la principal es aquella que relaciona el flujo de B por la espira con la fem inducida (se refiere a la ley de Faraday), que me permite conocer la variación de la corriente que circulará por el alambre. Porque lo que voy a necesitar saber es cómo se va a mover la barra, es decir, cómo va a variar el área, y ahí aparece la variación del flujo... y esta área varía porque por acá circula una corriente y de alguna manera, esta corriente ejerce una fuerza sobre la varilla que la va a hacer mover. En un principio no sé para dónde se va a mover, pero se va a mover, porque hay una corriente, y eso hace como una fuerza sobre la varilla... y... claro, la fem inducida es debido a la variación de flujo, y esta variación es porque se va a mover la varilla debido a la corriente que hay acá porque va a haber una fuerza inicial que hace que la varilla se mueva.

Este último ejemplo, permite interpretar que este estudiante construye una representación que tiene en cuenta todos los fenómenos involucrados en la situación: la presencia de una fuerza inicial sobre el alambre (en un campo magnético) debido a una corriente que por él circula, la variación que esta fuerza produce en el área que encierra el circuito y por lo tanto, la variación del flujo magnético que atraviesa por el mismo, lo que da lugar a una fem y una corriente inducida en ese circuito. Sin embargo, está ausente la incorporación de esta corriente inducida en la modificación de la fuerza inicial que actúa sobre el alambre, lo que no permite tener una descripción acabada de la situación.

En todos los casos, la capacidad predictiva se limita a atribuir el movimiento de la barra a una fuerza magnética sobre la varilla. En dos de los cuatro casos

resuelven formalmente el problema, es decir escriben la ecuación de movimiento para la barra y obtienen la función velocidad para la misma. Los dos casos restantes dicen no poder resolver el problema (no escriben nada).

La tabla I muestra el resultado del análisis de todos los protocolos correspondientes a la resolución del problema. Los cuatro primeros ítems corresponden a los indicadores para la representación inicial del problema, mientras que el último se refiere al análisis de la resolución formal (matemática) del problema.

TABLA I
Análisis de la resolución del problema

	Representación inicial			Resolución formal	
	FI	R	OT	CP	
G	Todos	Todas	Explícita	Si	Resuelve y llega al resultado correcto del problema
D	Todos	Todas	Explícita	Si	Resuelve y no llega al resultado correcto porque no escribe bien el área del circuito
M	Todos	No todas	No explícita	Si	No resuelve porque dice que no se acuerda de cómo escribir la fuerza inicial en la barra
L	Todos	Todas	No explícita	Si	No resuelve porque dice que no se acuerda de cómo plantear el cambio del flujo con el área

La tabla I muestra que en las verbalizaciones de todos los sujetos están presentes todos los fenómenos físicos involucrados en el problema (FI) y todos ellos son capaces de predecir, de manera muy general, lo que ocurrirá con la varilla (CP), o sea que estos indicadores no discriminan diferencias entre las representaciones iniciales de estos estudiantes. No ocurre lo mismo para los otros dos indicadores. La relación entre los fenómenos involucrados (R) y la organización temporal (OT) son indicadores que discriminan diferencias. En particular, la presencia explícita de la organización temporal está acompañada con la capacidad de los sujetos de resolver formalmente el problema.

A fin de poder observar la relación entre las variables de interés, se asignan escalas ordinales a las variables Estructura del conocimiento situacional, Repre-

TABLA II
Criterios de asignación de los valores en cada escala

Estructura del conocimiento situacional	De 1 a 4 según orden creciente de número de situaciones y número de situaciones distintas verbalizadas
Representación inicial	4: Están presentes todos fenómenos involucrados, todas las relaciones entre ellos, la secuencia temporal entre ellos, y la capacidad predictiva. 3: Falta algún fenómeno, o alguna relación, o no está explícita la temporalidad, o no tiene capacidad predictiva 2: Faltan dos cualquiera de las anteriores 1: Faltan tres cualquiera de las anteriores
Resolución formal	4: Están todas las ecuaciones adecuadamente y llega al resultado correcto 3: Están todas las ecuaciones adecuadamente y no llega al resultado correcto 2: No están todas las ecuaciones adecuadamente y no llega al resultado correcto 1: No escribe nada

sentación inicial y Resolución formal. Las tres escalas poseen cuatro niveles. El criterio de asignación de los valores de cada escala a los resultados obtenidos se muestra en la tabla II.

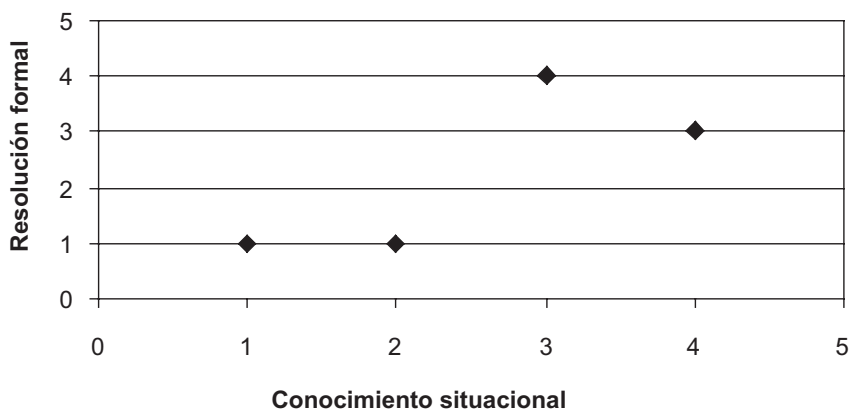
La tabla III muestra los valores de cada una de las variables para cada uno de los sujetos, según el criterio de asignación que se muestra en la tabla II.

TABLA III
Valores de las variables del estudio para cada sujeto, según los criterios de la tabla II

	Estructura del conocimiento situacional	Representación inicial	Resolución formal
G	3	4	4
D	4	4	3
M	1	2	1
L	2	3	1

La tabla anterior permite presumir la pertinencia de los indicadores seleccionados para valorar la estructura del conocimiento situacional ya que los valores más altos para las resoluciones formales están acompañadas con los valores más altos para la estructura del conocimiento situacional. La representación inicial y la resolución formal muestran una tendencia diferente. Las resoluciones formales resultan exitosas a partir de un valor “umbral” para la representación inicial. Las figuras 4 y 5 muestran la relación entre estas variables gráficamente.

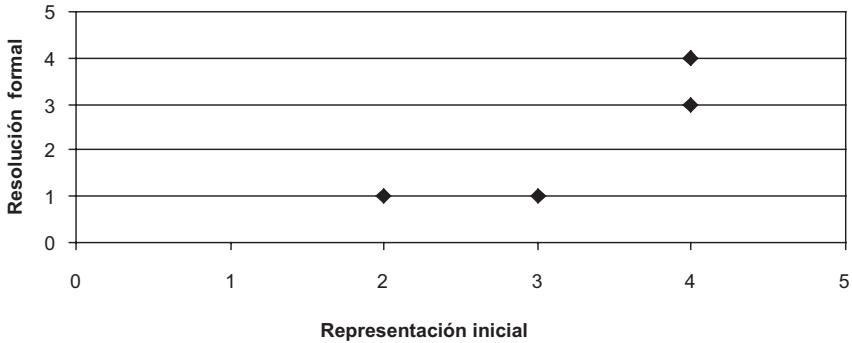
FIGURA 4
Resolución formal vs Estructura del conocimiento situacional



Discusión de resultados y perspectivas

Dada la naturaleza exploratoria del trabajo, gran parte del mismo ha sido evaluar la pertinencia de los indicadores elegidos para valorar la estructura del conocimiento situacional. En este sentido, los indicadores “número de situaciones” y “número de situaciones distintas” definidos en el marco del diseño de esta investigación, parecen ser adecuados por las razones que se exponen a continuación. En primer lugar, estos indicadores permiten asig-

FIGURA 5
Representación formal vs Representación inicial



nar distintos valores a los distintos sujetos estudiados. En segundo lugar, la dispersión de los datos que arroja la figura 4, siempre dentro de las limitaciones debidas al número de sujetos involucrados, muestra que la estructura del conocimiento situacional —medido según los indicadores anteriores— parece correlacionar con la presencia de la resolución formal del problema, la que daría cuenta de la pericia del sujeto para resolverlo. Si se tiene en cuenta el estudio de de Jong y Fergusson-Hessler (1996), el conocimiento situacional puede servir para crear una representación inicial del problema desde la cual, si la organización del conocimiento del sujeto es adecuada, se puede recuperar conocimiento adicional necesario para su resolución. Desde allí puede inferirse que un buen desempeño durante la resolución de un problema está acompañado de una adecuada estructura del conocimiento, que es lo que muestra la figura 4.

Respecto de la función del conocimiento situacional, ésta ha sido valorada indirectamente a partir de ciertas características de la representación inicial. Como ya se ha observado a partir de la tabla I, no todos los indicadores elegidos parecen igualmente útiles para valorar esta representación. Entre ellos, la organización temporal de los fenómenos involucrados (OT) en sus representaciones parece ser un factor muy relevante para resolver formalmente el problema y quizás en menor medida también lo es la relación entre los fenómenos (R). Aparentemente ante la ausencia de OT, los sujetos encuentran una barrera para continuar hacia la resolución formal del problema, aunque nada se puede decir acerca de por qué esto ocurre. Esta barrera se puede percibir gráficamente en la figura 5.

Más allá de la pertinencia antes expresada en referencia a los indicadores para valorar la estructura del conocimiento situacional, se hace necesario valorar otras dimensiones de este conocimiento que puedan relacionarse con el desempeño de los sujetos durante el proceso de solución. En particular parece útil estudiar los vínculos entre el conocimiento situacional y los procedimientos que permiten avanzar en la solución de esas situaciones. Los protocolos de los sujetos entrevistados en este estudio muestran evidencias de procedimientos de solución como parte de las descripciones de las situaciones evocadas, pero el diseño actual no permite indagar de manera confiable en qué medida esas situaciones están almacenadas junto a procedimientos de solución. Se hace necesario el diseño de instrumentos y/o tareas que puedan poner de manifiesto esta dimensión del conocimiento situacional. Una perspectiva de los autores es el diseño de tales tareas para avanzar en esta línea de investigación.

Referencias

- ALLBAUGH, A. (2003). *The problem context dependence of student's application of Newton's Second Law*. Tesis doctoral. Universidad de Kansas. <http://web.phys.ksu.edu/dessertations/index.html>.
- CHI, M., FELTOVICH, P. & GLASER, R. (1981). Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive Science*, 5, 121-152.
- CHI, M., GLASER, R. & REES, E. (1982). Expertise in problem solving. En R. Stenberg (Ed.), *Advances in the Psychology of Human Intelligence* (pp. 7-75). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- DE JONG, T. & FERGUSON-HESSLER, M. (1986). Cognitive structures of good and poor novice problem solvers in physics. *Journal of Educational Psychology*, 78 (4), 279-288.
- DE JONG, T. & FERGUSON-HESSLER, M. (1991). Knowledge of problem situation in physics: A comparison of good and poor novice problem solvers. *Learning and Instruction*, 1, 289-302.
- DE JONG, T. & FERGUSON-HESSLER, M. (1996). Types and qualities of knowledge. *Educational Psychologist*, 31 (2), 105-113.
- FERGUSON-HESSLER, M. & DE JONG, T. (1987). On the quality of knowledge in the field of electricity and magnetism. *American Journal of Physics*, 55 (6), 492-497.
- FOSTER, T. (2000). *The development of students' problem solving skill from instruction emphasizing qualitative problem-solving*. Tesis doctoral. Universidad de Minnesota. <http://groups.physics.umn.edu/phised/People/Tom/s%20Thesis/tom.html>.
- HUFFMAN, D. (1994). *The effect of explicit problem solving instruction on students conceptual understanding of Newton's Law*. Tesis doctoral no publicada. Universidad de Minnesota.
- LARKIN, J. (1983). The role of problem representations in physics. En D. Gentner & A. L. Stevens (Eds.), *Mental Models* (pp. 75-97). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- LEONARD, W., GERACE, W. & DUFRESNE, R. (2002). Resolución de problemas basada en el análisis: Hacer del análisis y del razonamiento el foco de la enseñanza de la Física. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), 387-400.
- MALONEY, D. (1994). Research on problem solving: physics. En D. Gabel (Ed.), *Handbook on Research of Science Teaching and Learning* (pp. 327-354). Nueva York: Mc Millan Publishing Company.
- MCMILLIAN, C. & SWADENER, M. (1991). Novice use of qualitative versus quantitative problem solving in electrostatics. *Journal of Research in Science Teaching*, 28 (8), 661-670.
- MESTRE, J., DUFRESNE, R., GERACE, W., HARDIMAN, P. & TONGER, J. (1993). Promoting skilled problem-solving behavior among beginning physics students. *Journal of Research in Science Teaching*, 30 (3), 303-317.
- MESTRE, J., THADEN-KOCH, R., DUFRESNE, R. & GERACE, W. (2004). The dependence of knowledge deployment on context among physics novices. En E. Redish & M. Vicentini (Eds.), *Proceedings of the International School of Physics "Enrico Fermi", Course CLVI, Research on Physics Education* (pp. 367-408). Amsterdam: IOS Press.
- SAVELSBERGH, E., DE JONG, T. & FERGUSON-HESSLER, M. (2002). Situational Knowledge in Physics: The Case of Electrodynamics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39 (10), 928-951.
- VAN HEUVELEN, A. (1991). Overview, case study physics. *American Journal of Physics*, 59 (10), 898-907.