

Concepto de fuerza: su comprensión a partir de textos



M. Cecilia Pocoví¹, Alurralde, Estela M.², Hoyos, Elena³

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Salta, Avda. Bolivia 5150, Salta, Argentina.

^{2,3}Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de Salta, Argentina

E-mail: cpocovi@unsa.edu.ar

(Recibido el 6 de octubre de 2016 aceptado el 18 de diciembre de 2017)

Resumen

Se presentan los resultados de dos experimentos diseñados y probados con alumnos universitarios de Física. En el primero, se estudia la influencia de dos factores sobre la comprensión de textos: la cantidad de traducciones lingüísticas [1] que presenta un texto y la exposición previa a la instrucción formal en Física. Los resultados muestran que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en ninguno de los factores considerados. En el segundo experimento se estudian los efectos de la incorporación, en el texto rico en traducciones lingüísticas, de actividades que favorecen la comprensión (AFC) [2]. Los resultados indican que el aprendizaje a partir de un texto rico en el sistema lingüístico combinado con las AFC produce resultados estadísticamente mejores que aquellos obtenidos mediante el uso del texto de control (pobre en traducciones lingüísticas)

Palabras clave: concepto de fuerza, comprensión de textos, actividades que favorecen la comprensión.

Abstract

The results of two experiments that were designed and tested with university physics students are presented. In the first one, the effects of two factors on text comprehension is studied: the quantity of linguistic translations [1] included in the text and the previous exposure to formal Physics instruction. The results show that there are no statistical differences between groups in any of the considered factors. In the second experiment, the effects of Comprehension Fostering Activities (CFA) [2] were studied. The results indicate that learning from a text that is rich in linguistic translations combined with the CFA produces statistically better results than those obtained after learning from a control text (poor in linguistic translations).

Keywords: force concept, reading comprehension, comprehension fostering activities.

PACS: 01.40 Fk, 01.40 gb, 01.30 mp

ISSN 1870-9095

I. INTRODUCCIÓN

Los índices de fracaso estudiantil en los cursos de Física básica en las universidades son alarmantes. Este fracaso toma la forma de reprobación de las distintas instancias de evaluación y refleja las dificultades que enfrentan los alumnos para comprender los conceptos involucrados. Una de las actividades de aprendizaje más importantes que realizan los alumnos a nivel universitario consiste en la lectura de textos [3]. Trabajos de investigación previos han detectado factores individuales que afectan la comprensión. Entre estos factores, hay algunos relacionados con las características del lector [4, 3, 5, 6], otros relacionados con el contenido disciplinar de la lectura [7, 8, 9, 10, 11] y otros asociados con actividades de carácter metacognitivo [12, 13, 2, 14].

Una limitación denunciada por investigadores en el área de aprendizaje a partir de la lectura es la escasez de material didáctico diseñado en base a las investigaciones previas y la consiguiente evaluación de sus efectos sobre el aprendizaje

Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 12, No. 1, March 2018

[15] Se espera, mediante el presente trabajo, realizar una contribución a las investigaciones existentes sobre el aprendizaje de conceptos de Física a partir de textos con el objetivo final de que dichos resultados puedan ser apropiados por los profesores en el aula quienes son los primeros en atender los problemas de comprensión por parte de sus estudiantes.

II. ESTADO DEL ARTE Y MARCO TEÓRICO ADOPTADO

Dada la complejidad del proceso de comprensión de textos, la comunidad internacional de investigadores en esta área se ha abocado a construir modelos de dicho proceso que han sido generados desde distintos marcos teóricos y a partir de distintas metodologías de investigación. Por ejemplo, un modelo de procesamiento en lectura que deriva de la psicología cognitiva es el elaborado en [16] donde se afirma

que las pausas al leer palabras individuales, proposiciones y oraciones se relacionan con la comprensión que logra el lector. Desde una perspectiva que se autodefine “ecologista”, el modelo Transaccional presentado en [17] considera que cada acto de lectura es un evento o una transacción que “involucra un lector particular, un patrón particular de signos y que ocurre en un tiempo particular.” (p. 1369).

El modelo de Codificación Dual [18] fue planteado inicialmente en estudios sobre la cognición en general y fue luego extendido a estudios sobre lectura. Este modelo supone que todas las representaciones mentales retienen algunas cualidades concretas de las experiencias de las cuales derivan. Estas experiencias en la lectura, pueden ser lingüísticas y no lingüísticas. Siguiendo esta línea de investigación, Alexander y Jetton [1] plantearon su modelo de aprendizaje a partir de textos en el cual afirman que una característica distintiva de los textos de Matemática y Física es que consisten en modos de inscripción variados que corresponden a símbolos matemáticos e información lingüística (p. 294). Esta coexistencia de modos de inscripción (o de sistemas) fue calificada por Bassok y Holyoak [19] como “bilingüe”: mientras que el primer sistema consiste en fórmulas, gráficos y esquemas, el segundo está representado por frases y proposiciones que describen la situación física bajo estudio. Los requerimientos de procesamiento de información leída, aumentan cuando menos abundantes y explícitas son las “traducciones” de un sistema a otro en el texto (p. 900). Si bien esta línea de investigaciones ha aportado información importante acerca de las características de los textos que pueden afectar la comprensión, es necesario avanzar sobre estos resultados y estudiar cómo estas características interactúan con otras variables que intervienen en el proceso de lectura; por ejemplo, el lector.

La evolución histórica de las investigaciones en lectura muestra, en general, un corrimiento del objeto de estudio desde la decodificación hacia la comprensión [20]. Según Alexander y Fox [21], en “la Era de Aprendizaje Condicionado”, los trabajos estuvieron influenciados por la Teoría Conductista y la lectura fue conceptualizada como la habilidad de decodificación adquirida mediante entrenamiento logrado con la estimulación controlada y repetida del ambiente. Los trabajos en la “Era del Aprendizaje Comprometido” [21] se caracterizan por plantear “la participación significativa y orientada hacia un objetivo en el aprendizaje a partir de textos” (p. 50). Esta perspectiva implica que la lectura en sí deberá complementarse con actividades que favorecen la comprensión y llevan a un monitoreo efectivo de la misma.

Ya en 1979, Resnick, afirmó que existen actividades que favorecen la comprensión lectora y que son especialmente importantes de realizar con alumnos en riesgo de fracaso académico, precisamente porque ellos experimentan dificultades inusuales en este terreno (citado en Brown [2]). Siguiendo esta línea, existen investigaciones que han estudiado el efecto de actividades meta-cognitivas para favorecer la comprensión lectora. Hacker [13], por ejemplo, estudió los efectos del monitoreo y el control en la comprensión a partir de material escrito y en particular el

papel de los diálogos entre pares para asistir la meta-cognición. Meyer y Poon [14] estudiaron la influencia del entrenamiento dado a los lectores para usar la estructura del texto como ayuda para recordar las ideas principales del mismo. Brown et al. [2] describieron las características que poseen las actividades que complementan las lecturas y que favorecen la comprensión. El nombre dado a este tipo de actividades es el de “Actividades que Favorecen la Comprensión” (Comprehension Fostering Activities), en adelante AFC. Algunas características sobresalientes de dichas actividades se mencionan a continuación: 1) ayudan a clarificar los propósitos de la lectura, 2) activan el conocimiento previo relevante, 3) focalizan la atención en el contenido más importante del texto, 4) ayudan a revisar periódicamente la comprensión y 5) promueven la elaboración de inferencias. Las investigaciones presentadas por Brown et al. [2] se limitan a estudiantes de nivel primario y medio. Estos autores sugieren que las investigaciones futuras deben apuntar a la extensión de sus resultados a través de distintos niveles de habilidad y en distintos contextos.

De la revisión anterior, cabe notar que algunos modelos sobre comprensión de material escrito no son contradictorios y, en cambio, se complementan entre sí. En el caso particular del aprendizaje de conceptos de Física por parte de estudiantes novicios en el tema, se consideró a las posturas de Alexander y Jetton [1] y a la de Brown et al. [2] como adecuadas para guiar la investigación en el contexto que se describe a continuación.

III. DEFINICIÓN DE LOS PROBLEMAS Y DE LAS PREGUNTAS ASOCIADAS

Se presentan en lo que sigue los dos problemas planteados para esta investigación. Cabe aclarar que estos dos problemas no fueron detectados al mismo tiempo ni las preguntas de investigación se plantearon en forma simultánea. Al contrario, los resultados negativos obtenidos en la primera etapa de la investigación (correspondiente al primer problema) llevaron al planteamiento del segundo.

A. Primer Problema

Arons [22] describe a los estudiantes de Física introductoria como alumnos que poseen “grandes dificultades para realizar interpretaciones verbales”. Esta característica es sumada a otra descrita por Reif [23] según la cual, los estudiantes universitarios tienen predilección por el aprendizaje y el recuerdo de fórmulas como si fueran la clave del conocimiento relevante (p. 119). Estas características combinadas prevalecen entre los alumnos que se aprestan a comenzar el primer curso de Física de Ingeniería a nivel universitario y afectan directamente la comprensión de material escrito. Estas limitaciones propias de los estudiantes novatos en Física podrían ser negativamente potenciadas si se utilizan textos que poseen escasas traducciones lingüísticas de las ecuaciones, esquemas y gráficos asociados a un fenómeno físico.

Además, algunas investigaciones han detectado la influencia que tiene el conocimiento previo del lector en la interpretación de lo que lee. Por ejemplo, Spiro et al. [10] estudiaron cómo el conocimiento formal adquirido en el área de biología en la educación media influye en la comprensión de textos de estudiantes novatos de medicina. Ellos hallaron que los estudiantes con exposición formal y previa a la universitaria tienden a reducir aspectos importantes de la complejidad del texto (reductive bias) (p. 642) y listan una serie de formas en que esta tendencia reductora se presenta. En el caso de los textos de Física, Alexander y Kulikowich [5] establecen que “tal vez el problema más reinante en la comprensión de textos de Física [...] se relaciona con la cantidad bastante limitada de conocimiento de la materia que los lectores tienen disponible” (p. 897, traducción de los autores). Ellas establecen la diferencia en los efectos que produce el conocimiento del dominio (Física, en este caso) y del tema (específico) de la lectura.

Por lo expuesto anteriormente, se puede afirmar que existe un problema de comprensión lectora entre los alumnos novatos de Física universitaria a nivel introductorio. Dicho problema ha sido estudiado teniendo en cuenta la influencia de variables como la cantidad de traducciones lingüísticas y las características del lector tomadas de manera individual. Con el objeto de ampliar el conocimiento existente sobre dicho problema, cabe plantear una investigación que indague sobre la interacción de dichas variables.

En un estudio sobre la interacción entre dos variables, se deben primero examinar los efectos principales y luego las interacciones. Así, las preguntas correspondientes a este primer problema son:

a) La utilización de textos diseñados con un alto grado de contenido lingüístico y con el sistema simbólico limitado a esquemas, ¿logra mejorar la comprensión de los conceptos físicos comparada con la que se logra utilizando textos de alto contenido simbólico y escasas traducciones lingüísticas?

b) Los alumnos con educación previa formal en Física, ¿comprenden mejor que los que no la poseen?

c) El nivel de comprensión alcanzado con los distintos textos, ¿depende de la exposición previa a la enseñanza formal de Física que poseen los lectores?

B. Segundo Problema

Aunque resulte una práctica poco usual mencionar en la sección “planteo del problema” algunos de los resultados alcanzados, en este caso resulta indispensable hacerlo por lo menos de forma somera, ya que fueron las respuestas a las primeras preguntas las que llevaron al planteamiento de nuevos interrogantes.

Los resultados obtenidos en la primera parte de la investigación muestran que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en ninguno de los factores considerados (tipo de texto y exposición previa) ni tampoco interacción entre ellos. Sin embargo, una inspección ocular de los promedios obtenidos muestra que, independientemente de la formación previa, el promedio correspondiente a los alumnos que leyeron los textos ricos en explicaciones lingüísticas, es mayor que el correspondiente

Concepto de fuerza: su comprensión a partir de textos a los textos pobres en el sistema lingüístico, aunque no alcancen un nivel de significación apreciable.

Ante los resultados negativos de este primer experimento, se diseñó un segundo experimento en el cual se estudian los efectos de la incorporación, en el texto rico en traducciones lingüísticas, de actividades que favorecen la comprensión (AFC) [2]. En otras palabras, el nuevo problema planteado apunta a detectar cuánto sirven las AFC para potenciar aún más los resultados (positivos pero limitados) alcanzados mediante el uso de los textos ricos en traducciones lingüísticas. Dado que la exposición previa a cursos formales de Física no presentó ningún efecto tanto en las pruebas previas (realizadas en la primera y segunda parte de la investigación) como en los resultados de la primera investigación, se decidió no considerar a esta variable en la segunda parte del experimento.

La pregunta asociada a este segundo problema es:

a’) Las actividades de lectura de un texto rico en explicaciones lingüísticas combinadas con AFC, ¿logra mejorar la comprensión de los conceptos físicos comparada con la que se logra utilizando textos de alto contenido simbólico y escasas traducciones lingüísticas (texto de control)?

IV. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Los alumnos que se aprestan a comenzar el primer curso de Física en las carreras de Ingeniería de la universidad en donde se llevó a cabo la investigación, tienen la opción de realizar un curso introductorio y nivelatorio de dos semanas de duración (seis clases de cuatro horas cada una). Dicho curso fue diseñado por las investigadoras para introducir a los estudiantes a la lectura comprensiva de textos específicos de esta disciplina. El tema elegido para esta iniciación es el de Fuerza, dada la importancia de este concepto en la Mecánica. Los alumnos de dicho curso conformaron las muestras con las que se trabajó.

El grupo de alumnos ingresantes al curso de Física no es homogéneo en cuanto su formación previa en la disciplina ya que provienen de distintos establecimientos educativos, en algunos de los cuales, la Física no es parte de la currícula. Este hecho sumado a que el sistema irrestricto de ingreso a la universidad no incluye cursos nivelatorios de Física, resulta en una variabilidad de conocimientos previos entre los alumnos que van a comenzar a cursar la primera Física universitaria. Teniendo en cuenta que el conocimiento específico de una disciplina que poseen los lectores ha sido identificado como un posible predictor de la comprensión de textos en esa área disciplinar [5], se consideró que la exposición previa o falta de ella a cursos de Física en el nivel medio es un primer factor que puede influir en la comprensión de textos lograda por los alumnos del curso nivelatorio optativo. Los alumnos, entonces, fueron clasificados como L_1 (si tomaron cursos de Física en el nivel medio) o L_2 (si no tomaron cursos de Física en el nivel medio).

V. TEXTOS DISEÑADOS

Se diseñaron dos tipos de textos: uno con gran cantidad de explicitación lingüística sobre el tema presentado (T_1) y el otro con escasas traducciones lingüísticas (T_2). La secuencia de diseño consistió en elaborar primero el texto T_1 y a partir de él obtener T_2 para asegurar así que los textos difirieran sólo en el grado de traducciones lingüísticas. Un extracto de ambos textos se presenta a continuación, como ejemplo, para el caso de la fuerza ejercida por una soga sobre un cuerpo. En el extracto del Texto 2 no se incluyeron las figuras pues son las mismas que las referidas en el Texto 1. Los números de las figuras han sido cambiados de los que aparecen originalmente en los textos.

Texto 1 (rico en traducciones lingüísticas):

“Hay situaciones en las que un cuerpo está en contacto con una soga, por ejemplo, un cuerpo colgado del techo por medio de una soga como se ve en la Figura 1.

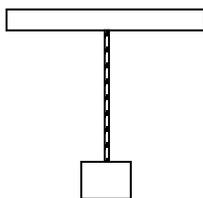


FIGURA 1. Cuerpo que cuelga de una soga.

¿Cómo describiríamos en palabras esta situación? Primero definimos el sistema bajo estudio. Si nos interesa estudiar el cuerpo, diremos que el sistema es el cuerpo. El cuerpo está en contacto con la soga y por lo tanto, la soga ejerce una fuerza sobre el cuerpo. En muchas ocasiones, a esta fuerza se le da el nombre de tensión.

Dijimos que al “hablar” de la situación es muy importante dejar en claro **qué ejerce** la fuerza (la soga) y **sobre qué actúa** (el cuerpo).

A la tensión la representaremos con \vec{F}_{s-c} donde “s-c” indica que la soga ejerce la fuerza y ésta actúa sobre el cuerpo (en ese orden). Ver figura 2.

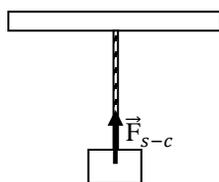


FIGURA 2. Cuerpo que cuelga de una soga.

El punto de aplicación de \vec{F}_{s-c} está sobre el cuerpo.

La dirección de \vec{F}_{s-c} es la recta que coincide con la cuerda.

El sentido de \vec{F}_{s-c} es siempre desde el cuerpo hacia la cuerda (una cuerda siempre “tira” del cuerpo nunca lo “empuja”).

Texto 2 (pobre en traducciones lingüísticas)

“Hay situaciones en que un cuerpo está en contacto con una soga, como se ve en la Figura 1.

El cuerpo está en contacto con la soga y por lo tanto, la soga ejerce una fuerza sobre el cuerpo. En muchas ocasiones, a esta fuerza se le da el nombre de tensión. A la tensión la representaremos con \vec{F}_{s-c} donde “s-c” indica que la soga ejerce la fuerza y ésta actúa sobre el cuerpo. Ver Figura 2.”

El sistema simbólico de los textos diseñados se limita a esquemas, como los mostrados en las figuras anteriores, y no incluye ecuaciones ni gráficos de funciones.”

VI. AFCs DISEÑADAS

Como se dijo anteriormente, el segundo experimento requirió el diseño de Actividades que favorecen la comprensión. A continuación, se presenta un ejemplo de cada tipo de actividad precedida por el aspecto que la caracteriza como AFC:

1) se clarificaron los propósitos de la lectura mediante actividades que requerían expresar en palabras a las fuerzas involucradas:

“¿Puedes explicar con tus palabras porqué nos referimos siempre a la fuerza como una interacción? ¿En qué aspecto de la descripción en palabras de una fuerza se nota este hecho?”

2) Se activó conocimiento previo relevante mediante actividades en las cuales se mencionan preconceptos comunes de los alumnos sobre fuerza:

“Compara las siguientes descripciones que distintos alumnos realizan acerca de una lámpara que cuelga del techo. Establece en qué se diferencian las descripciones y cuál es correcta en este caso.

Lucía: “La lámpara tiene una fuerza que es el peso”

Pedro: “La Tierra hace una fuerza sobre la lámpara.”

Juan: “La Tierra ejerce una fuerza.”

María: “La lámpara hace la fuerza peso.”

Martín: “La cuerda posee una fuerza que transmite a la lámpara.”

Ana: “La lámpara ejerce el peso sobre la cuerda””

3) Se focalizó la atención en el contenido más importante del texto mediante llamados de atención incorporados en el texto:

“¡Cuidado! Este diagrama vectorial es un diagrama incompleto pues no están representadas todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo. ¿Te animas a completar el diagrama con todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo?”

4) Se revisó periódicamente la comprensión. Para ello se elaboraron cuestionarios cortos, individuales y escritos que se debían entregar a las docentes (no se utilizaron las mismas situaciones que en la encuesta).

5) Se diseñaron actividades que implicaban realizar inferencias; mientras que en el texto se habló de la fuerza que hace una soga sobre el cuerpo que cuelga, se presenta la

actividad siguiente en donde se cambia el sistema bajo estudio:

“Se cuelga un cuerpo desde el techo por medio de una soga. Si el sistema bajo estudio fuera el techo, realiza el análisis de su interacción con la soga. Este análisis debe involucrar tanto el diagrama de fuerzas como la descripción en palabras de la fuerza dibujada.”

VII. METODOLOGÍA

Los dos experimentos mencionados anteriormente se llevaron a cabo en el curso introductorio o nivelatorio en cohortes sucesivas. Se puede asegurar que las muestras de estudiantes son equivalentes ya que las condiciones para poder anotarse en el curso curricular de Física fueron las mismas para las dos cohortes: haber aprobado todas las materias correspondientes al primer cuatrimestre del primer año común a todas las carreras de Ingeniería.

A. Primer Problema

Para estudiar el primer problema, se planteó un diseño factorial de dos factores [24]: el tipo de lector (L_1 y L_2) y el tipo de texto leído (T_1 = texto rico en traducciones lingüísticas y T_2 = texto pobre en traducciones lingüísticas). La ventaja de este diseño es que permite ver la interacción entre las variables. Se trabajó con el grupo completo de 99 estudiantes que fueron clasificados L_1 o L_2 .

Los textos T_1 y T_2 fueron repartidos aleatoriamente entre los estudiantes L_1 y L_2 de manera que las combinaciones posibles fueron: L_1T_1 , L_1T_2 , L_2T_1 , L_2T_2 . Después de cada tema (peso, tensión, fuerza de un resorte sobre un cuerpo y fuerza de una superficie sobre un cuerpo) se evaluó la comprensión mediante encuestas. Las encuestas diseñadas son de elección múltiple y su confiabilidad y validez fueron probadas con un grupo de estudiantes con características similares a los de esta investigación (cohorte anterior). Ver Anexo. La variable dependiente es la nota total lograda en las encuestas tomadas después de cada tema (se suman los puntajes de las notas de cada encuesta). A los alumnos que no trabajaron con el texto T_1 , éste se les proveyó después de realizar la encuesta (ya que es más completo que el texto T_2).

Las hipótesis nulas planteadas en este diseño y que corresponden a cada una de las preguntas asociadas con el primer problema son:

- No existen diferencias estadísticamente significativas entre los puntajes de aquellos alumnos que aprenden usando el texto rico en traducciones lingüísticas (T_1) y aquellos que usan el de control (T_2).
- No existen diferencias estadísticamente significativas entre los alumnos con experiencia previa en cursos de Física a nivel medio y aquellos que no la tienen.
- No existe interacción entre los factores L y T .

B. Segundo Problema

Concepto de fuerza: su comprensión a partir de textos

Para estudiar el segundo problema, se planteó un diseño de mediciones repetidas. Se trabajó con el grupo completo de 46 estudiantes anotados en el curso de nivelación ese año. La elección de este diseño se basó en que el trabajo con el texto rico en explicaciones lingüísticas combinado con las AFC lleva mucho más tiempo que la lectura del texto pobre en dichas explicaciones (y sin AFC). Como no se podía manejar un mismo grupo con actividades que involucran tiempos tan distintos se decidió realizar una primera medida luego de que todos los alumnos trabajaran con el texto de Control usando encuestas (las mismas que las descritas en el primer problema). Luego, los mismos alumnos trabajan los mismos temas con el texto experimental más las AFC. Por un lado, una de las grandes ventajas del método de mediciones repetidas es que se reduce el término de error utilizando el mismo sujeto para todos los tratamientos [24]. Por otro lado, posee la desventaja de que se pueden producir efectos de memoria [25] si se utiliza el mismo test. En los casos en que es posible, se aconseja usar distintas pruebas en cada ocasión. En el presente trabajo, se decidió, sin embargo, utilizar las mismas encuestas ya que la dependencia de las respuestas de los alumnos en problemas de Física, depende altamente del contexto [26]. Los efectos de memoria se minimizaron al no realizar actividades explicativas ni de retroalimentación sobre la encuesta entre las distintas instancias.

La hipótesis nula planteada en este diseño y que corresponde a la pregunta asociada con el segundo problema es:

- El texto rico en traducciones lingüísticas combinado con las AFC no produce cambios significativos en el puntaje obtenido por los alumnos cuando aprenden con el texto pobre en traducciones lingüísticas. Se utiliza la misma variable dependiente que en el primer problema.

VIII. RESULTADOS OBTENIDOS Y SU ANÁLISIS

A. Primer Problema

Se presenta a continuación la Tabla I que presenta el resumen del Análisis de Varianza de los datos obtenidos en el primer experimento. Se trabajó con grupos de tamaño desigual por lo que se utilizó el “Método de los promedios no pesados” cuyo nombre puede producir confusión ya que, justamente, se considera el distinto tamaño de las muestras entre grupos y se trabaja con un número armónico de participantes (n_h) en cada grupo [24]. En este caso el n_h calculado resultó en $n_h=22,99$.

TABLA I. Resumen del Análisis de varianza para el Primer Experimento. Nivel de significación $\alpha=0,05$.

Fuente	gl	SC	MC	F
Lector	1	0,0078	0,0078	0,0672
Texto	1	0,18	0,1812	1,5585

LT	1	0,0041	0,0041	0,0355
Error	95	11,047	0,1163	
Total	98			

La tabla de distribución F para $\alpha = 0,05$ muestra que el valor crítico para $F_{0,05}(1,95)$ es cercano a 4. Por lo tanto, se concluye que no existen efectos principales estadísticamente significativos ni tampoco existe interacción entre las variables Texto y Lector. O sea que no se pueden rechazar las hipótesis nulas planteadas en este problema.

Sin embargo, una inspección ocular de los promedios en la Tabla II muestra que, independientemente de la formación previa, el promedio correspondiente a los alumnos que leyeron los textos ricos en explicaciones lingüísticas, es mayor que aquel correspondiente a aquellos que aprendieron a partir de los textos pobres en el sistema lingüístico aunque no alcancen un nivel de significación apreciable. Estos resultados nos llevaron a plantear el segundo problema previamente descripto.

Tabla II. Promedios de cada grupo (L_1T_1 , L_1T_2 , L_2T_1 , L_2T_2) y promedios para cada nivel de variable, sin tener en cuenta la otra (totales).

	LT		totales
	L1	L2	
T1	11,33	10,60	21,93
T2	8,98	8,87	17,85
totales	20,31	19,47	39,79

B. Segundo Problema

La Tabla III presenta el resumen del Análisis de Varianza realizado con los datos del segundo experimento planteado como de mediciones repetidas. En la misma se muestran los datos estadísticos para comparar la variable dependiente medida después del Tratamiento 1 (aprendizaje a partir del texto pobre en traducciones lingüísticas) y el Tratamiento 3 (aprendizaje a partir del texto rico en traducciones lingüísticas más las AFC). $SC_{\text{Tratamiento}}$ es una medida de las diferencias en los promedios del grupo que ha recibido distintos tratamientos. SC_{Error} representa la variabilidad en el grupo que cuando ha recibido un Tratamiento y es atribuida a errores de muestreo (cuando un sujeto responde a cierto cuestionario, el puntaje obtenido representa una muestra limitada de su comportamiento pues el cuestionario representa sólo un subconjunto de todas las preguntas que podrían haber sido usadas para provocar cierto comportamiento). $SC_{\text{EntreSujetos}}$ son las diferencias propias de las personas que integran un grupo y que no tiene nada que ver con el tratamiento (si, por ejemplo, la primera persona responde mejor a la primera encuesta, seguramente lo hará en la segunda y también en la tercera). Las encuestas utilizadas fueron las mismas que en el problema 1 (ver

Anexo).

TABLA III. Resumen del Análisis de la Varianza para el Segundo Experimento (mediciones repetidas). Nivel de significación $\alpha = 0,05$.

Fuente T1T3	gl	SC	MC	F	
Entre Sujetos	45	6,75			
Tratamiento	1	10,64	10,64	144,34	*
Error	46	3,39	0,074		
Total	91	20,77			

* $p < 0,05$

En la tabla de distribución de F para un $\alpha = 0,05$ se encuentra $F_{0,05}(1,46) = 4,05$ por lo tanto se rechaza la hipótesis nula de que no existan diferencias significativas en la comprensión lograda a partir de textos pobres en traducciones lingüísticas y la lograda a partir de textos ricos en dichas traducciones combinados con AFC.

CONCLUSIONES

Los dos experimentos presentados muestran que las lecturas ricas en traducciones lingüísticas mejoran la comprensión de los alumnos a nivel introductorio de Física universitaria. A pesar de que esta mejora no fue estadísticamente significativa en el primer experimento, aún en ese caso, los promedios en los puntajes de los alumnos que aprendieron con el texto experimental son mayores que aquellos que aprendieron utilizando el de control. El segundo experimento realizado muestra que las bondades de este tipo de lectura se ven potenciadas positivamente con el uso de las AFC. Queda en el docente, decidir si tal diferencia en los puntajes vale la pena lograr para mejorar la comprensión de sus alumnos. Es nuestro parecer que sí lo vale.

Como mencionamos al principio, la actividad de lectura cumple un papel muy importante en el aprendizaje a nivel universitario. Los mismos docentes fomentamos esta actividad sugiriendo a los alumnos los textos que pueden leer para estudiar los distintos temas. Los datos obtenidos en este trabajo deben ponernos en alerta sobre la efectividad o falta de ella que puede tener la lectura si el texto elegido no es demasiado explícito verbalmente y si la lectura no es acompañada de otras actividades de aprendizaje. En resumen, la frase acuñada por Cushman para describir la comprensión lectora, "los estudiantes no aprenden a comprender por ósmosis" (citado en [2]), parece cumplirse en el presente caso.

Los resultados negativos del primer experimento en cuanto a la falta de influencia del lector nos indujo a pensar en investigaciones futuras. Creemos que la ausencia de un efecto apreciable de este factor puede deberse a la focalización de la clasificación de los lectores en su exposición previa a cursos de física. En este momento se está trabajando sobre el diseño de una clasificación que tenga en

cuenta otras características del lector entre las que se cuentan: la habilidad en la lectura de corrido, el manejo del vocabulario específico, la habilidad para asignar significado a partir del contexto, las habilidades de monitoreo, además de la exposición previa a cursos formales de Física. Se espera que esta clasificación más amplia de los lectores refleje mejor cómo se ve afectado su rendimiento cuando estudian a partir de los distintos textos.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a Consejo de Investigación de la UNSa por el apoyo otorgado para la realización de este trabajo.

REFERENCIAS

- [1] Alexander, P. A., Jetton, T. L., *Learning from Text: A multidimensional and developmental perspective*, Editores: Kamil, Mosenthal, Pearson, Barr, Handbook of Research of Reading Research, (LEA Inc., New Jersey, 2000), 285-311.
- [2] Brown, A. L., Palincsar, A. S., Armbruster, B. B., *Instructing Comprehension-Fostering Activities in Interactive Learning Situations*, Editores: Ruddell y Unrau Theoretical Models and processes of Reading, (International Reading Association, Newark, 2004), pp. 780-809.
- [3] Nist, S. L., Simpson, M., *Handbook of Reading Research*, Editores: Kamil, Mosenthal, Pearson, y Barr, (Lawrence Erlbaum Associates, New Jersey, 2000), pp. 645-666.
- [4] Guthrie, J. T., Wigfield, A., Metsala, J. L., Cox, K. E., *Theoretical Models and Processes of Reading, Motivational and Cognitive Predictors of Text Comprehension and Reading Amount*, 5° Edición (Editores: Ruddell, R. B., Unrau, N. J., International Reading Association, Newark, 2004), pp. 929-953.
- [5] Alexander, P. A., Kulicowich, J. M., *Journal of Reading Behavior*, Domain-specific and strategic knowledge as predictors of expository text comprehension **23**, 165-190 (1991).
- [6] Armbruster, B. B., *The problem of inconsiderate texts*, (Editores: Duffy, Roehler y Mason Comprehension Instruction, Longman: New York, 1984), pp. 202-217.
- [7] Herrera, J. F., *La lectura de los conceptos del texto de Física para mejorar el rendimiento de los estudiantes*, Latin American Journal of Physics Education **20**, 1404-1- 1404-4 (2016).
- [8] Silva, F. K. y Compiani, M., *Las imágenes geológicas y geocientíficas en libros didácticos de ciencias*, Enseñanza de las Ciencias **24**, 207- 217 (2006).
- [9] García, J. J., *El uso y el volumen de información presentadas en los libros de textos de ciencias experimentales*, Enseñanza de las Ciencias **23**, pp. 181-199, (2005).
- [10] Spiro, R. J., Coulson, R. L., Feltovich, P. J., Anderson, D. K., *Cognitive flexibility theory: advanced knowledge acquisition*, *Theoretical Models and processes of Reading*, (Editores: Ruddell y Unrau International Reading Association, Newark, 2004), pp. 640-653.
- [11] Alexander, P.A., Kulicowich, J. M., *Learning from a Physics text: A Synthesis of recent research*, Journal of Research in Science Teaching **31**, 895-911 (1994).
- [12] Maturano, C. I., Mazzitelli, C. A., Macías, A., *Detección de dificultades básicas de estudiantes de escuela secundaria en la comprensión de un texto de Física*, Latin American Journal of Physics Education **4**, 160-167 (2009).
- [13] Hacker, D. J., *Theoretical Models and Processes of Reading, Self-Regulated Comprehension During Normal Reading*, 5° Edición (Editores: Ruddell, R. B., Unrau, N. J., International Reading Association, Newark, 2004), pp. 755-779.
- [14] Meyer, J. F., Poon, L. W., *Effects of Structure Strategy Training and Signaling on Recall of Text*, Journal of Educational Psychology **93**, 141-159 (2001).
- [15] Stanovich, K. E., *Matthew Effects in Reading: Some Consequences of Individual Differences in the Acquisition of Literacy*, Theoretical Models and processes of Reading, 5° Edición, Editores: Ruddell, R. B., Unrau, N. J., (International Reading Association, Newark, 2004), pp. 545-516.
- [16] Just, M. A., Carpenter, P. A., *A Theory of Reading: From Eye fixations to comprehension*. En *Theoretical Models and Processes of Reading*, 5° Edición Editores: Ruddell, R. B., Unrau, N. J., (International Reading Association, Newark, 2004), pp. 1182-1218.
- [17] Rosenblatt, L. M., *A Transactional Theory of reading and writing*, *Theoretical Models and Processes of Reading*, 5° Edición (Editores: Ruddell, R. B., Unrau, N. J., (International Reading Association, Newark, 2004), pp. 1363-1398.
- [18] Sadoski, M., Paivio, A., *A Dual Coding View of imagery and verbal processes in reading comprehension*, Theoretical Models and Processes of Reading, 5° Edición (Editores: Ruddell, R. B y Ruddell, M. R. y Singer, H. International Reading Association, Newark, 2004). pp. 1329-1362.
- [19] Bassok, M., Holyoak, K. J., *Interdomain transfer between isomorphic topics in algebra and physics*, Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition **15**, 153-166 (1989).
- [20] Allington, R. L., Mcgill-Franzen, A., *Looking Back, looking forward: A conversation about teaching reading in the 21st Century*, Theoretical Models and Processes of Reading, 5° Edición (Editores: Ruddell, R. B y Ruddell, M. R. y Singer, H., International Reading Association, Newark, 2004), pp. 5-32.
- [21] Alexander, P. A., Fox, E., *A historical perspective on reading research and practice*, Theoretical Models and Processes of Reading, 5° Edición, (Editores: Ruddell, R. B y Ruddell, M. R. y Singer, H., International Reading Association, Newark, 2004), pp. 33-68.
- [22] Arons, A. B., *Teaching Introductory Physics*. (Wiley & Sons, New York, 1996).
- [23] Reif, F., *Applying cognitive science to education: Thinking and learning in scientific and other complex domains*, (MIT Press, Cambridge: MA, 2008).
- [24] Howell, D. C., *Statistical Methods for Psychology*, 4° Edición, (Duxbury Press, New York, 1997).
- [25] Edwards, L., *Course 8261 OHP Packet*, (University of

M. Cecilia Pocoví, Alurralde, Estela M., Hoyos, Elena
Minnesota, Minneapolis, 1997).

[26] Viennot, L., *A multidimensional approach to characterize a conceptual state in students: the role played by questions*, Editor: Psillos, D., *European Research in Science Education* 2, 178-187. (Art of Text S. A Tesalónica, 1998).

ANEXO

a) La Figura 1-A muestra un paquete apoyado sobre una mesa lisa y tirado por una soga. Tu tarea es seleccionar con una cruz aquella o aquellas (una, dos o muchas) oraciones que te parezca que tienen sentido para describir la situación mencionada.



FIGURA 1-A. Cuerpo que tirado por medio de una soga.

En la o las oraciones que selecciones, indica con palabras cuál es el sistema bajo estudio.

- La soga posee una fuerza que transmite al paquete.
- El paquete realiza una fuerza.
- El paquete tiene la fuerza gravitatoria que lo mantiene en la mesa.
- La soga hace una fuerza sobre el paquete.
- La fuerza del paquete no se gasta ya que no se mueve.
- La soga hace una fuerza.
- El paquete hace una fuerza sobre la soga.

b) La Figura 2-A muestra un borrador de pizarrón sobre un escritorio de madera rugosa y sujeto por un resorte comprimido. A continuación, describiremos la situación con una serie de oraciones. Tu tarea es seleccionar con una cruz aquella o aquellas (una, dos o muchas) oraciones que te parezca que tienen sentido para describir la situación mencionada.

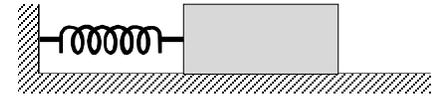


FIGURA 2-A. Cuerpo sujeto a un resorte.

En la o las oraciones que selecciones, indica con palabras cuál es el sistema bajo estudio.

- El resorte tiene una fuerza acumulada.
- El borrador posee la fuerza gravitatoria que lo mantiene quieto en la mesa.
- El resorte hace una fuerza.
- El borrador hace una fuerza sobre el resorte.
- La fuerza guardada en el resorte se transmite a la pared.
- El resorte hace una fuerza sobre el borrador.

c) La Figura 3-A muestra dos cajas una al lado de otra que alguien empuja contra la pared. El piso es liso y también la pared. A continuación, describiremos la situación con una serie de oraciones. Tu tarea es seleccionar con una cruz aquella o aquellas (una, dos o muchas) oraciones que te parezca que tienen sentido para describir la situación mencionada.

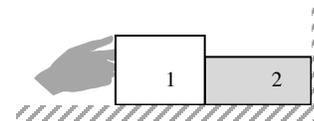


FIGURA 3-A. Mano que empuja.

En la o las oraciones que selecciones, indica con palabras cuál es el sistema bajo estudio.

- La mano ejerce una fuerza sobre el cuerpo 2.
- El cuerpo 2 acumula la fuerza pues la pared impide el movimiento.
- La mano posee la fuerza que pasa al cuerpo 1.
- El cuerpo 2 hace una fuerza sobre el cuerpo 1.
- El cuerpo 1 hace una fuerza sobre el cuerpo 2.
- La pared posee una fuerza que impide el movimiento.
- La mano ejerce una fuerza.