

Adaptación y validación del Scale of Attitudes Towards Physics (SAP) en una muestra de estudiantes chilenos de ingeniería



Jorge Pinochet¹, Maximiliano Rivera²

¹Facultad de Educación, Pontificia Universidad Católica de Chile, Vicuña Mackenna 4860, Macul, Santiago, Chile.

²Departamento de Física, Universidad Técnica Federico Santa María, Casilla 110-V, Valparaíso, Chile.

E-mail: japinochet@gmail.com

(Recibido el 29 de Noviembre de 2013; aceptado el 16 de Marzo de 2014)

Resumen

En este trabajo se presentan los resultados del proceso de adaptación y validación de un cuestionario para medir actitudes hacia la física (SAP), que puede ser utilizado por docentes e investigadores latinoamericanos para estudiar y mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de la física en la educación superior. El cuestionario fue aplicado a una muestra de 206 estudiantes de ingeniería de la ciudad de Santiago, Chile. El proceso de adaptación y validación comprendió las siguientes etapas: (1) Traducción y adaptación de la escala; (2) Análisis estadísticos generales; (3) Análisis de reactivos; (4) Estudio de confiabilidad; (5) Análisis factorial. Los resultados evidencian excelentes propiedades psicométricas. La confiabilidad de la escala completa, calculada mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, alcanza el valor 0,942. El análisis factorial de componentes principales sugiere la existencia de cuatro dimensiones que explican el 52,763% de la varianza. Como conclusión, se establece que la escala satisface los criterios de confiabilidad y validez de un instrumento de calidad para medir actitudes hacia la física en estudiantes de educación superior.

Palabras clave: Actitudes hacia la física, medición de actitudes, confiabilidad, análisis factorial.

Abstract

In this paper we present the results of the process of adaptation and validation of a questionnaire to measure attitudes toward physics (SAP), which can be used by teachers and latinamerican researchers to study and improve the teaching and learning of physics in higher education. The questionnaire was administered to a sample of 206 engineering students from the city of Santiago, Chile. The adaptation and validation process comprised the following steps: (1) Translation and adaptation of the scale; (2) General statistical analysis; (3) Analysis of items; (4) Study of reliability; (5) Factor Analysis. The results show excellent psychometric properties. The reliability of the full scale, measured by Cronbach's alpha coefficient, reaches the value 0.942. The principal components factor analysis suggests the existence of four dimensions that explain 52.763% of the variance. In conclusion, it is established that the scale meets the criteria of reliability and validity of a quality scale to measure attitudes toward physics in higher education students.

Keywords: Attitude towards physics, attitude measurement, reliability, factor analysis.

PACS: 01.40. Fk; 01.40. gf.

ISSN 1870-9095

I. INTRODUCCIÓN

Desde hace décadas, el problema de la influencia de las actitudes sobre el aprendizaje ocupa un lugar importante en la agenda de la investigación educativa. Los resultados en esta línea parecen confirmar que las actitudes positivas favorecen el aprendizaje y el rendimiento académico, mientras que las actitudes negativas lo obstaculizan [1]. Los estudios también revelan negativas actitudes de los estudiantes hacia la ciencia, así como una falta generalizada de interés hacia el trabajo científico en la escuela [2]. Incluso algunos autores han sugerido que el problema principal que enfrenta la educación científica son las actitudes desfavorables de los alumnos hacia la ciencia [3].

Durante los últimos años, el tema de las actitudes de los alumnos hacia la ciencia ha adquirido tal relevancia educativa, que incluso fue incorporado como una de las temáticas centrales de la versión 2006 de la evaluación PISA, que estuvo focalizada en las ciencias. El informe internacional de resultados de la evaluación PISA 2006 sostiene que: «Las cuestiones de motivación y actitud son especialmente relevantes en las ciencias... La actitud de las personas desempeñará un papel significativo en su interés, atención y respuesta a la ciencia y la tecnología». Un análisis pormenorizado de los resultados de PISA 2006 con estudiantes chilenos, revela que entre las tres ciencias tradicionales (física, química y biología) la que en promedio despierta menor interés entre los estudiantes es la Física [4].

Desde esta perspectiva resulta evidente que el estudio del aprendizaje de las ciencias en general, y de la física en particular, exige prestar especial atención a las actitudes de los estudiantes, tanto en la enseñanza secundaria como superior. La literatura presenta una gran cantidad de trabajos focalizados en estudiar las actitudes de los estudiantes hacia las ciencias en general [5, 6, 7, 8, 9, 10]. También se han desarrollado diversos cuestionarios para medir las actitudes de los estudiantes hacia las ciencias naturales [11, 12, 13, 14]. Sin embargo, en términos comparativos, el problema de las actitudes de los estudiantes hacia la física ha sido poco explorado, especialmente desde una óptica cuantitativa [15]. Más aun, los estudios orientados a abordar esta temática en la educación superior han sido tan escasos, que un reciente informe elaborado para el National Research Council de los EE.UU. [16] reconoce que la investigación en este campo presenta un importante déficit, y sugiere que los investigadores dediquen mayores esfuerzos a estudiar las actitudes y creencias de los alumnos hacia la Física. Esta sugerencia es respaldada por estudios con estudiantes universitarios, como el efectuado por Coletta y Phillips [17], donde se constata una fuerte correlación estadística entre los resultados de comprensión y de actitud hacia la física.

Con el propósito de mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de la física, se requiere contar con instrumentos de medición válidos y confiables, que permitan monitorear las actitudes de los estudiantes. Los instrumentos que presenta la literatura sobre actitudes hacia la física son comparativamente escasos, y cada uno de ellos presenta fortalezas y debilidades, dependiendo de los objetivos que se persigan. Algunos de los instrumentos más reconocidos, como el Maryland Physics Expectations [18], el Colorado Learning Attitudes about Science Survey [19], han sido construidos para evaluar actitudes principalmente en la educación superior, y dan importancia a temas como la resolución de problemas o el uso de la matemática en física, lo que desaconseja su aplicación en estudiantes de secundaria o de primeros cursos de física universitaria. Otras escalas otorgan gran importancia a las actitudes hacia el trabajo en laboratorio [20, 21, 22], lo que desaconseja su aplicación con aquellos estudiantes que no han tenido cursos de laboratorio, situación habitual en establecimientos educacionales de secundaria, o en cursos introductorios de física universitaria. También existen algunos instrumentos cuya aplicabilidad es transversal; tal es el caso del Scale of Attitudes Towards Physics, que se focaliza en la medición de actitudes generales hacia la física, sin considerar aspectos específicos cuya medición no siempre resulta pertinente.

El objetivo de este trabajo consiste en poner a disposición de investigadores y docentes latinoamericanos del área de educación en ciencias, un instrumento válido y confiable para medir actitudes hacia la física, que permita estudiar y mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de esta ciencia en la educación superior. Para alcanzar este objetivo, el artículo comienza introduciendo la metodología del estudio, para después describir las características de la

muestra, los procedimientos de recolección de información, así como los métodos de análisis de datos. Luego se presentan y discuten los resultados empíricos, y finalmente se extraen las conclusiones pertinentes.

II. METODOLOGÍA

A. Participantes

La muestra estuvo conformada por 206 estudiantes, 165 hombres (80%) y 41 mujeres (20%), lo que constituye un tamaño muestral apropiado para la validación de escalas, pues alcanza un valor de 5,15 unidades muestrales por reactivo [23, 24, 25]. Los estudiantes encuestados pertenecían al plan común del primer año de la carrera de ingeniería civil, quienes participaron en un curso introductorio de física impartido el año 2013 por la Universidad Técnica Federico Santa María en la ciudad de Santiago, Chile. La edad promedio de los encuestados fue de 18,44 (DS=0,804). El procedimiento de muestreo fue no probabilístico; específicamente, se utilizó un muestreo por conveniencia [26, 27].

B. Recolección de datos: SAP

El SAP es un cuestionario desarrollado para medir actitudes hacia la física [15], y consta de 40 reactivos en formato Likert de cinco niveles (5=muy de acuerdo; 4=de acuerdo; 3=neutro; 2=en desacuerdo; 1=muy en desacuerdo). La puntuación teórica de SAP fluctúa entre un mínimo de 40 puntos (1 punto promedio) y un máximo de 200 puntos (5 puntos promedio); 23 reactivos tienen direccionalidad positiva, y los 17 restantes tienen direccionalidad negativa, es decir, se codifican en sentido inverso para determinar el puntaje (ver Apéndice B). Los autores de SAP reportan una confiabilidad (alfa de Cronbach) para la escala completa de 0,97. También se reporta un análisis factorial que arrojó dos dimensiones que fueron designadas como «Sentido de Interés» y «Sentido de Atención». La primera dimensión (Sentido de Interés) consta de 25 afirmaciones que describen la percepción emocional de los alumnos hacia la física mediante afirmaciones como: "No estoy interesado en la física excepto cuando estoy en clase", o "Estoy interesado en todo lo relacionado con la física". Respecto de la segunda dimensión (Sentido de Atención), está compuesta por 15 afirmaciones que incluyen declaraciones como: "Creo que la física es importante" y "Creo que es necesario aprender física". Para la primera dimensión se reporta una confiabilidad de 0,96, mientras que la segunda dimensión arrojó un valor de 0,90.

Con el propósito de conservar el sentido original de las afirmaciones de SAP, los ítems fueron traducidos del inglés al español mediante el procedimiento de traducción inversa [28], donde una persona bilingüe especialista en ciencias tradujo al español la versión original en inglés, y luego, en forma independiente, otro especialista en ciencias tradujo al inglés la versión en español, constatando un excelente acuerdo entre el original y la retraducción al inglés.

C. Análisis de datos

Se calcularon los estadísticos descriptivos para la muestra según edad y sexo. Se analizó cada reactivo considerando el índice de Discriminación (correlación ítem total corregida) y el índice de Confiabilidad (coeficiente alfa si se elimina el ítem). La consistencia interna se determinó mediante el coeficiente Alfa de Cronbach. Para estimar posibles diferencias según sexo se utilizó el estadístico t , considerando los resultados de la prueba de Levene. Se efectuó un análisis factorial de componentes principales (AFCP), considerando los requisitos del test de esfericidad de Bartlett y de la prueba de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin. El número de componentes o factores fue establecido mediante la aplicación conjunta de tres criterios de selección: el gráfico de sedimentación (scree test), el criterio de la raíz latente (regla de Guttman-Kaiser), y el criterio del porcentaje de varianza; para el segundo criterio, se incorporaron los autovalores superiores a la unidad, y para el tercero se incluyeron aquellos factores que explicarán al menos un 50% de la varianza de puntajes obtenidos por los sujetos. Para la interpretación de las cargas factoriales, se utilizó el método de rotación VARIMAX. La información fue procesada mediante el paquete estadístico SPSS 17. No se presentaron valores perdidos. Cuando corresponde, en los análisis estadísticos se ha asumido un nivel de confianza de un 95 por 100.

III. RESULTADOS

A. Resultados estadísticos generales

La prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov sugiere que la media de resultados obtenidos con SAP provienen de una población distribuida normalmente ($D_{(125)}=0,651$; $p=0,791$, bilateral). La media de puntajes fluctúa entre un mínimo de 2,28 y un máximo de 4,98; la media de la puntuación total fue de 3,45 ($DE=0,508$).

TABLA I. Estadísticos descriptivos para la muestra.

Descriptivo	Sexo		Total
	Hombres	Mujeres	
N	165	41	206
Mínimo	2,28	2,23	2,28
Máximo	4,98	4,48	4,98
Media	3,50	3,26	3,45
DE	0,504	0,48	0,508

Los resultados sugieren que los hombres tienen actitudes más favorables hacia la física que las mujeres. Así, se observan diferencias estadísticamente significativas entre la media del puntaje de las mujeres ($M=3,26$; $DE=0,48$) y el de los hombres ($M=3,50$; $DE=0,504$; $t_{(204)}=2,804$; $p=0,006$, bilateral); la prueba de Levene revela que las varianzas son

Adaptación y validación del Scale of Attitudes Towards Physics (SAP) ... homogéneas ($F_{(1,204)}=0,099$; $p=0,754$). El detalle de los estadísticos descriptivos aparece en la Tabla I.

La Tabla II presenta las frecuencias de respuesta para cada uno de los cinco niveles de la escala Likert, así como los porcentajes correspondientes. Se aprecia que la frecuencia más alta la obtuvo el nivel 4, con un 34,11% de las preferencias, en tanto la frecuencia más baja corresponde al nivel 1, con un 4,94% de las preferencias.

TABLA II. Frecuencias de respuesta para los cinco niveles de la escala likert.

Nivel	Frecuencia	Porcentaje
1 = Muy en desacuerdo	407	4,94
2 = En desacuerdo	1.229	14,92
3 = Neutro	2.308	28,01
4 = De acuerdo	2.811	34,11
5 = Muy de acuerdo	1.485	18,02
Casos perdidos	0	0
Total	8.240	100

B. Análisis de reactivos y estudio de confiabilidad

Como se ha mencionado antes, los análisis de reactivos comprenden el índice de confiabilidad y el índice de discriminación. La consistencia interna fue calculada mediante el coeficiente alfa de Cronbach, resultando un valor 0,938 para la escala completa. Al separar los resultados según el sexo de los estudiantes, se obtiene un valor 0,937 para los hombres, y 0,933 para las mujeres.

En el Apéndice A (Tabla V) figuran los resultados del análisis de reactivos para los 40 ítems que conforman el cuestionario. En el extremo derecho de la tabla se ha incorporado una columna que consigna la decisión métrica respecto a la eventual eliminación o mantención de cada reactivo, de acuerdo a los resultados de los análisis. Se observa que, en general, los ítems presentan propiedades psicométricas dentro de rangos adecuados. Efectivamente, 35 reactivos presentan una correlación ítem total corregida cuyo valor es superior a 0,30; no obstante, cinco reactivos presentan correlaciones inferiores a este valor (afirmaciones 13, 20, 24, 34, 36), lo que constituye una cifra baja para considerar que discriminan de forma adecuada. Además, ninguno de estos cinco ítems disminuye la confiabilidad cuando son excluidos, y dos de ellos la aumentan. Estos cinco ítems han sido descartados de los cálculos efectuados en el próximo capítulo, donde se presentan los resultados del análisis factorial. De todas formas, en el Apéndice B aparece el cuestionario completo (los 40 reactivos originales).

Al excluir los ítems 13, 20, 24, 34 y 36, el valor del coeficiente alfa de Cronbach ajustado alcanza el valor 0,944, que es la misma cifra a la que se eleva la consistencia interna para el segmento de los hombres. El valor de alfa para el grupo de mujeres se mantiene en 0,933.

C. Análisis factorial

La prueba de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y el test de esfericidad de Bartlett evidencian que la muestra es apropiada para efectuar un AFPC (KMO=0,928; $\chi^2_{(595, N=206)}=3719,996, p<0,05$). El análisis factorial evidencia una estructura subyacente de mayor complejidad que la reportada en [15]. En efecto, el AFPC sugiere la existencia de cuatro factores o componentes que explican un 52,763% de la varianza total de resultados obtenidos por los sujetos (Tabla IV). Una primera aproximación a esta solución factorial proviene del análisis del gráfico de sedimentación para los resultados obtenidos en SAP, donde se aprecian dos puntos de inflexión con una clara atenuación de la pendiente (Figura 1); el primer punto de inflexión (el más perceptible) se presenta a partir del componente 2, y el segundo punto aparece a partir del componente 4.

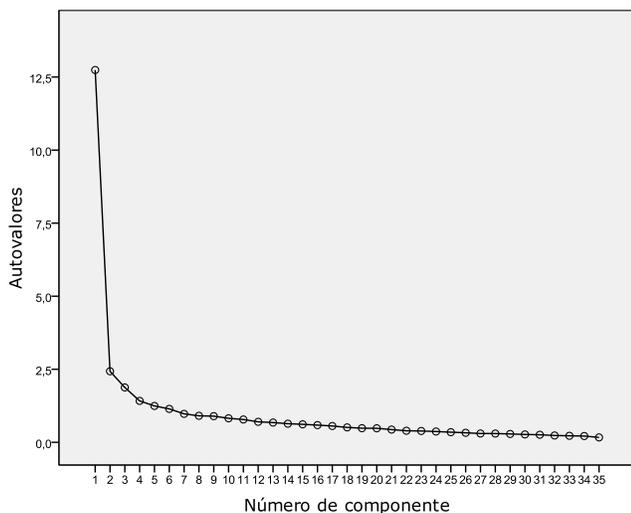


FIGURA 1. Gráfico de sedimentación.

Al aplicar el criterio de raíz latente al AFPC (seleccionando los autovalores superiores a la unidad), aparecen 6 factores o componentes que explican un 59,587% de la varianza total, tal como se muestra en la Tabla III, donde por simplicidad sólo aparecen los primeros diez factores. Se aprecia que los primeros dos componentes explican solo un 43,349% de la varianza total, de modo que se descarta la solución factorial de dos componentes, sugerida por el gráfico de sedimentación. En lo que respecta a la segunda solución sugerida por dicho gráfico, se aprecia que los primeros cuatro factores explican un 52,763% de la varianza total, superando el 50% impuesto por el criterio del porcentaje de varianza. Por lo tanto, se acepta la solución de cuatro componentes sugerida por el gráfico de sedimentación. La Tabla VI del Apéndice A muestra la matriz de componentes (no rotados), donde se observan las cargas factoriales para los distintos reactivos, en cada uno de los cuatro factores seleccionados.

TABLA III. Varianza Total explicada.

Componente	Autovalores iniciales			Suma de las saturaciones al cuadrado de la extracción		
	Total	% de la varianz a	% acumula do	Total	% de la varianz a	% acumula do
1	12,741	36,402	36,402	12,741	36,402	36,402
2	2,432	6,947	43,349	2,432	6,947	43,349
3	1,877	5,364	48,713	1,877	5,364	48,713
4	1,418	4,050	52,763	1,418	4,050	52,763
5	1,244	3,555	56,318	1,244	3,555	56,318
6	1,144	3,269	59,587	1,144	3,269	59,587
7	0,974	2,782	62,369	-	-	-
8	0,907	2,592	64,961	-	-	-
9	0,896	2,560	67,521	-	-	-
10	0,822	2,348	69,869	-	-	-

Para la interpretación de los cuatro factores seleccionados, se utilizó el método de rotación VARIMAX. La redistribución de las cargas factoriales luego de la rotación se presenta en la Tabla IV, donde se aprecia que el primer componente explica un 19,095% de la varianza, mientras que el último explica un 7,997% de la varianza total.

Para seleccionar las cargas factoriales que resultan significativas a un nivel de confianza del 95%, se consideró que para un tamaño muestral del orden de 200 sujetos, una carga es significativa cuando alcanza una cifra mayor o igual a 0,40 [29]. En la Tabla VII del Apéndice A aparece la matriz de componentes rotados, donde se observan los pesos sobre cada factor, para cada uno de los reactivos. El reactivo 26 no figura en la tabla debido a que su carga factorial es inferior a 0,40. Se observa que el primer componente agrupa 15 reactivos, el segundo agrupa 9, el tercero agrupa 7, y el cuarto componente agrupa 3 reactivos, de manera que el instrumento definitivo consta de 34 reactivos distribuidos en 4 dimensiones.

TABLA IV. Varianza total explicada luego de la rotación.

Componente	Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	% de la varianz a	% acumulado
1	6,683	19,095	19,095
2	4,765	13,614	32,710
3	4,220	12,057	44,766
4	2,799	7,997	52,763

Para atribuir una significación sustantiva al patrón de cargas factoriales, consignado en la Tabla VII (Apéndice A), se observa, en primer lugar, que el factor 1 está asociado únicamente a afirmaciones que aluden a actitudes personales positivas hacia el estudio de la física, tales como «La física es uno de mis cursos favoritos». El factor 2, en cambio, se compone exclusivamente de reactivos que describen actitudes personales negativas tales como «Temo a los cursos de física». Por tanto, se sugiere la etiqueta

«Actitudes personales positivas» para el factor 1, y «Actitudes personales negativas» para el factor 2; la expresión «personales» busca enfatizar el carácter individual y particular de las actitudes aludidas, es decir, se trata de actitudes que no son generalizables a otros estudiantes. Por el contrario, al observar los 3 reactivos asociados al factor 4, se aprecia que aluden a actitudes generales hacia el estudio de la física, como por ejemplo «Creo que la física es importante». En otras palabras, los reactivos asociados a este factor, se refieren a actitudes que pueden resultar válidas no solo para el alumno que responde la encuesta, sino para cualquier estudiante que curse asignaturas relacionadas con la física. Por consiguiente, se sugiere la etiqueta «Actitudes generales» para designar a este factor. Finalmente, se constata que el factor 3 reúne ítems que aluden a la gestión y el uso del tiempo dedicado al estudio de la física, mediante afirmaciones como «Creo que el tiempo destinado al curso de física es insuficiente». Por lo tanto, se sugiere la etiqueta «Gestión del tiempo» para designar al factor 3.

Finalmente, la consistencia interna para los cuatro factores seleccionados fue de 0,923 para el primero, 0,861 para el segundo, 0,787 para el tercero, y 0,734 para el cuarto factor. El valor del coeficiente alfa de Cronbach para la escala completa fue 0,942.

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La medición de actitudes es un tema que suscita discusión y polémica, con independencia de la naturaleza del constructo medido. Por lo general, las discusiones se centran en la aplicabilidad de procedimientos estadísticos como los que se han utilizado aquí, en variables cuyo nivel de medición es ordinal, que es la situación típica con métodos de escalamiento tipo Likert. Sin embargo, como han señalado diversos especialistas, no existe ninguna relación entre el nivel de medición de las variables y los procedimientos estadísticos utilizados [30, 31]. Aunque los niveles de medición contribuyan a la interpretación psicológica de los resultados experimentales, este aspecto resulta irrelevante para los planteamientos estadísticos [32]. Por tanto, los procedimientos utilizados en este trabajo, así como los resultados empíricos obtenidos, son enteramente válidos, y sugieren que SAP satisface los estándares psicométricos.

En relación al procedimiento de muestreo, es evidente que un diseño no probabilístico debilita la fuerza de los resultados obtenidos, pues cuestiona la representatividad del grupo normativo. Sin embargo, la universidad donde se efectuó la encuesta recibe alumnos cuyos puntajes de ingreso se encuentran cerca de la media de las universidades tradicionales de Chile. Por consiguiente, asumiendo los sesgos derivados de un muestreo no probabilístico, las características de los encuestados sugieren que los resultados obtenidos no se apartan significativamente del que hubiese resultado a partir de un muestreo probabilístico.

Respecto del análisis de reactivos y del estudio de confiabilidad, las cifras obtenidas son satisfactorias, pues

Adaptación y validación del Scale of Attitudes Towards Physics (SAP) ... superan los estándares psicométricos aceptados convencionalmente. No obstante, fue necesario eliminar seis reactivos que en la versión original de SAP exhibieron propiedades métricas adecuadas; esta discrepancia es esperable, considerando que tanto la confiabilidad como otros índices psicométricos, no son atributos intrínsecos del instrumento de medición, sino de la interacción entre éste y la muestra, al menos en el marco de la teoría clásica de medición.

En relación a los resultados del AFCP, es importante enfatizar que la solución encontrada está abierta a discusión, pues una de las características de este procedimiento es, precisamente, el margen de maniobrabilidad que introduce al momento de interpretar los datos, en especial, cuando se busca atribuir una significación sustantiva a los patrones de las cargas factoriales. Por lo tanto, el lector puede encontrar etiquetas distintas de las que se han sugerido para dar cuenta de la significación sustantiva de cada factor. Por otra parte, si bien el presente estudio evidencia que SAP responde en forma adecuada a los estándares psicométricos, es recomendable ahondar en la investigación, efectuando un análisis factorial confirmatorio.

Finalmente, dada la transversalidad de SAP, cabe sugerir su uso tanto con fines de investigación como de evaluación en estudiantes de educación secundaria, pues las deficiencias de algunos establecimientos educacionales de nivel escolar, desaconsejan el uso de instrumentos que evalúen actitudes muy específicas hacia la física en particular y hacia las ciencias naturales en general. Desde luego, ello requiere métodos de validación en base a muestras representativas. Sin embargo, dado que SAP fue validado con una muestra de alumnos recién ingresados al sistema universitario, es esperable que las propiedades psicométricas estimadas a partir de esta muestra, no difieran significativamente de aquellas que se obtendrían al aplicarlo en alumnos de secundaria, especialmente en aquellos que se encuentran cursando su último año de estudios.

En suma, se concluye que SAP satisface los estándares psicométricos de un instrumento de calidad para medir actitudes hacia la física, de modo que puede ser utilizado por docentes e investigadores para estudiar y mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de la física en la educación superior, y específicamente en estudiantes de primeros cursos universitarios.

AGRADECIMIENTOS

De manera especial se agradece a Daniela Balieiro por sus valiosos aportes y sugerencias durante la elaboración de este artículo.

REFERENCIAS

[1] Vázquez-Alonso, A. y Manassero-Mas, M. A., *El descenso de las actitudes hacia la ciencia de chicos y*

chicas en la educación obligatoria, *Ciência & Educação* **17**, 249-268 (2011).

[2] Osborne, J., Simon, S. y Collins, S., *Attitudes towards science: a review of the literature and its implications*, *International Journal of Science Education* **25**, 1049-1079 (2003).

[3] Fensham, P. J., *Beyond Knowledge: Other Scientific Qualities as Outcomes for School Science Education*. En R. M. Janiuk y E. Samonek-Miciuk (Eds.), *Science and Technology Education for a Diverse World - dilemmas, needs and partnerships*. International Organization for Science and Technology Education (IOSTE) XIth Symposium Proceedings (pp. 23-25). (Maria Curie-Sklodowska University Press, Lublin 2004).

[4] OCDE. *Informe PISA 2006: Competencias científicas para el mundo del mañana*. (Santillana, Madrid, 2008).

[5] Ebenezer, J. V. y Zoller, U., *Grade 10 students' perceptions of and attitudes toward science teaching and school science*, *Journal of Research in Science Teaching* **30**, 175-186 (1993).

[6] Gardner, P. L., *Measuring attitudes to science*, *Research in Science Education* **25**, 283-289 (1995).

[7] Jones, G., Howe, A. y Rua, M., *Gender differences in students' experiences, interests, and attitudes towards science and scientists*, *Science Education* **84**, 180-192 (2000).

[8] Marbà-Tallada, A. y Márquez Bargalló, C., *¿Qué opinan los estudiantes de las clases de ciencias? Un estudio transversal de sexto de primaria a cuarto de eso?*, *Enseñanza de las Ciencias* **28**, 19-30 (2010).

[9] Navarro, M. y Förster, C., *Nivel de alfabetización científica y actitudes hacia la ciencia en estudiantes de secundaria: comparaciones por sexo y nivel socioeconómico*, *Pensamiento Educativo* **49**, 1-17 (2012).

[10] Vázquez-Alonso, A. y Manassero-Mas, M. A., *La relevancia de la educación científica: actitudes y valores de los estudiantes relacionados con la ciencia y la tecnología*, *Enseñanza de las Ciencias* **27**, 33-48 (2009).

[11] Kind, P., James, K. y Barmby, P., *Developing attitudes towards science measures*, *International Journal of Science Education* **29**, 871-893 (2007).

[12] Moore, R. W. y Sutman, F. X., *The development, field test and validation of an inventory of scientific attitudes*. *Journal of Research in Science Teaching* **7**, 85-94 (1970).

[13] Schreiner, C. y Sjøberg, S., *Sowing the seeds of ROSE: background, rationale, questionnaire development and datacollection for ROSE (the relevance of science education): a comparative study of students' views of science and science education*, *Acta Didactica* **4**, 1-120 (2004).

[14] Simpson, R. D. y Troost, K. M., *Influences of commitment to and learning of science among adolescent students*, *Science Education* **69**, 19-24 (1982).

[15] Selçuk, G.S.; Sahin, M. y Ün Açıkğöz, K., *The Effects of Learning Strategy Instruction on Achievement, Attitude,*

and Achievement Motivation in a Physics Course, *Research in Science Education* **41**, 39-62 (2011).

[16] Docktor, J. L. y Mestre, J. P., http://www7.nationalacademies.org/bose/DBER_Docktor_October_Paper.pdf. Consultado el 15 de Septiembre de 2011.

[17] Coletta, V., y Phillips, J., <http://myweb.lmu.edu/jphillips/PER/AAPT-summer05.pdf>. Consultado el 15 de septiembre 2011.

[18] Redish, E. F. Saul, J. M. y Steinberg, R. N., *Student expectations in introductory physics*, *American Journal of Physics* **66**, 212-224 (1998).

[19] Adams, W. K., Perkins, K. K., Podolefsky, N. S., Dubson, M., Finkelstein, N. D. y Wieman, C. E., *New instrument for measuring student beliefs about physics and learning physics: The Colorado Learning Attitudes about Science Survey*, *Physical Review* **2**, 1-14 (2006).

[20] Barmby, P. M., Jones, K. y Bush, N., *Evaluation of Lab in a Lorry: Final Report*, (Durham University, CEM Centre of School and Education, UK, 2005).

[21] Boixaderas, N., De la Vila, J. y Sanmartí, N., *Test de actitudes relacionadas con la asignatura de Física y Química*, (Departamento de Didáctica de las Matemáticas y las Ciencias Experimentales, Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, 1990).

[22] Nuhoglu, H. y Yalçın, N., *The development of attitude scale for physics laboratory and the assessment of preservers teachers' attitudes towards physics laboratory*, *Gazi University Journal of Kırşehir Education Faculty* **5**, 317-327 (2004).

[22] Kline, P., *An Easy Guide to Factor Analysis*, (Sage, Newbury Park, 1994).

[24] Morales, P., Urosa, B. y Blanco, A., *Construcción de Escalas de Actitud Tipo Likert*, (La Muralla, Madrid, 2003).

[25] Nunnally, J. C., *Psychometric Theory*, (McGraw-Hill, New York, 1978).

[26] Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P., *Metodología de la Investigación*, (5 ed. McGraw-Hill, México, D. F., 2010).

[27] Salkind, N. J., *Métodos de Investigación*, (Prentice Hall, México, D. F., 1998).

[28] Brislin, R. W., *The wording and translation of research instruments*. In W. Lonner & J. Berry (Eds.), *Field methods in cross-cultural research*, (Sage, Beverly Hills, CA, 1986).

[29] Hair, J., Anderson, R., Tatham, R. y Black, W., *Análisis Multivariante*, (5 ed. Pearson, Madrid, 2007).

[30] Gaito, J., *Measurement scales and statistics: Resurgence of an old misconception*, *Psychological Bulletin* **87**, 564-567 (1980).

[31] Lord, F. M., *On the statistical treatment of the football numbers*, *American Psychologist* **8**, 750-751, (1953).

[32] Burke, D. J., *Additive scales and statistics*, *Psychological Review* **60**, 73-75 (1953).

APÉNDICE A

La Tabla V contiene los resultados del análisis de reactivos, donde también se ha incorporado una columna que consigna la decisión métrica sugerida por los análisis. Las tablas VI y VII que aparecen en las siguientes páginas, muestran las matrices de componentes no rotados y rotados, respectivamente. Es importante enfatizar que en las tablas VI y VII no aparecen los reactivos 13, 20, 24, 34 y 36, ya que fueron excluidos del análisis factorial por presentar propiedades métricas deficientes.

TABLA V. Resultados del análisis de reactivos.

<i>Número del ítem en SAP</i>	<i>Discriminación</i>	<i>Alfa si se elimina el ítem</i>	<i>Decisión métrica</i>
1	0,381	0,938	Aceptar
2	0,684	0,935	Aceptar
3	0,743	0,935	Aceptar
4	0,631	0,935	Aceptar
5	0,502	0,936	Aceptar
6	0,656	0,935	Aceptar
7	0,665	0,935	Aceptar
8	0,638	0,935	Aceptar
9	0,439	0,937	Aceptar
10	0,682	0,935	Aceptar
11	0,610	0,935	Aceptar
12	0,505	0,936	Aceptar
13	0,211	0,939	Eliminar
14	0,521	0,936	Aceptar
15	0,635	0,935	Aceptar
16	0,566	0,936	Aceptar
17	0,695	0,935	Aceptar
18	0,307	0,938	Aceptar
19	0,628	0,936	Aceptar
20	0,242	0,938	Eliminar
21	0,473	0,937	Aceptar
22	0,484	0,937	Aceptar
23	0,435	0,937	Aceptar
24	0,291	0,938	Eliminar
25	0,613	0,936	Aceptar
26	0,615	0,935	Aceptar
27	0,590	0,936	Aceptar
28	0,347	0,938	Aceptar
29	0,566	0,936	Aceptar
30	0,424	0,937	Aceptar
31	0,680	0,935	Aceptar
32	0,540	0,936	Aceptar
33	0,349	0,938	Aceptar
34	0,057	0,940	Eliminar
35	0,311	0,938	Aceptar
36	0,270	0,938	Eliminar
37	0,344	0,938	Aceptar
38	0,688	0,935	Aceptar
39	0,768	0,934	Aceptar
40	0,708	0,935	Aceptar

TABLA VI. Matriz de componentes.

Nº del ítem en SAP	Factor			
	1	2	3	4
1	0,405	0,613	-0,233	0,098
2	0,726	-0,035	0,027	0,004
3	0,781	-0,011	-0,012	-0,059
4	0,668	0,227	0,030	0,123
5	0,542	-0,158	-0,084	0,408
6	0,685	-0,006	-0,099	0,032
7	0,708	0,354	-0,118	0,083
8	0,674	-0,117	-0,216	-0,203
9	0,472	-0,219	-0,309	0,212
10	0,722	-0,224	-0,140	0,109
11	0,652	-0,230	-0,149	-0,282
12	0,535	-0,256	0,054	0,285
14	0,548	-0,288	-0,169	-0,121
15	0,678	-0,243	-0,004	-0,014
16	0,606	0,008	-0,079	-0,314
17	0,716	0,074	0,078	-0,034
18	0,327	-0,019	0,712	-0,151
19	0,662	0,178	0,157	0,131
21	0,511	-0,201	0,106	-0,127
22	0,514	0,382	0,350	-0,130
23	0,447	-0,026	0,686	0,057
25	0,654	-0,118	-0,050	-0,354
26	0,663	0,049	-0,074	0,102
27	0,633	-0,215	-0,098	-0,421
28	0,364	0,683	-0,036	-0,087
29	0,615	-0,066	0,117	-0,041
30	0,441	0,603	-0,123	0,000
31	0,707	-0,066	-0,025	0,120
32	0,576	0,194	-0,125	0,365
33	0,376	-0,348	-0,082	0,155
35	0,336	-0,381	0,011	0,368
37	0,350	-0,103	0,597	0,183
38	0,719	0,190	0,001	0,207
39	0,803	0,016	-0,031	-0,236
40	0,752	-0,050	0,002	-0,060

TABLA VII. Matriz de componentes rotados.

N° del ítem en SAP	Factor			
	1. Actitudes personales positivas	2. Actitudes personales negativas	3. Actitudes generales	4. Gestión del tiempo
27	0,782			
11	0,720			
25	0,715			
39	0,695			
8	0,663			
16	0,625			
3	0,571			
14	0,567			
40	0,561			
15	0,541		0,419	
2	0,493			
17	0,468			
21	0,467			
6	0,463			
29	0,439			
1		0,765		
28		0,750		
30		0,744		
7		0,670		
38		0,536	0,419	
4		0,527		
32		0,513	0,488	
22		0,504		0,479
19		0,465		
5			0,647	
35			0,598	
12			0,570	
10	0,511		0,546	
9			0,530	
31	0,424		0,461	
33			0,458	
26	-	-	-	-
23				0,788
18				0,773
37				0,677
% varianza	19,095	13,614	12,057	7,997
Alfa de Cronbach	0,923	0,861	0,787	0,734

APÉNDICE B. Versión traducida de SAP

A continuación aparecen las 40 afirmaciones que conforman la versión original de SAP. Las afirmaciones en cursiva tienen direccionalidad positiva (5=muy de acuerdo; 4=de acuerdo; 3=neutro; 2=en desacuerdo; 1=muy en desacuerdo), y las demás tienen direccionalidad negativa (se codifican en sentido inverso para calcular los puntajes).

1. Temo a los cursos de física.
2. *Estoy interesado en todo lo relacionado a la física.*
3. *Disfruto de los cursos de física.*
4. No me gustan los cursos de física.
5. *Estudio física voluntariamente.*
6. Los cursos de física me aburren.
7. Tiendo a evitar la física.
8. *Estudiar física me relaja.*
9. *Paso mi tiempo libre realizando actividades relacionadas con la física.*
10. *Si tuviera la oportunidad, tomaría un curso de física extracurricular.*
11. *El más interesante de los cursos es el de física.*
12. Estaría feliz si las horas de clases de física se redujeran.
13. El curso de física es un estudio obligatorio para mí.
14. *Usualmente el tiempo se me pasa volando en clase de física.*
15. *Me interesan los libros relacionados con la física.*
16. *Me agrada responder preguntas o resolver problemas relacionados con la física.*
17. Si yo pudiera decidir, escogería otro curso en lugar de física.
18. *Creo que la física es importante.*
19. Aprender cosas relacionadas con la física es aburrido.
20. Usualmente estoy ocupado con otra cosa en la clase de física.
21. *Estoy pendiente de los nuevos descubrimientos en física.*
22. Tan solo escuchar el término “física” me molesta.
23. *Creo que el curso de física es necesario.*
24. *No me preocupa gastar dinero en libros de física.*
25. *Me siento más feliz en las clases de física que en las otras clases.*
26. No siento ningún entusiasmo por la clase de física.
27. *Entre todos los cursos, el de física es el que me gusta más.*
28. La física me asusta.
29. *Me gusta escuchar conversaciones relacionadas con la física.*
30. Pierdo mi confianza en las clases de física.
31. Asisto a las clases de física sin ganas.
32. No estoy interesado en la física excepto cuando estoy en clase.
33. *Las cosas que aprendo en el curso de física me hacen la vida diaria más fácil.*
34. No presto atención durante el tiempo que paso en las clases de física.
35. *Creo que el tiempo destinado al curso de física es insuficiente.*
36. Creo que física no debería ser un curso obligatorio.
37. *Creo que es necesario aprender física.*
38. Nunca he deseado estudiar física.
39. *Física es uno de mis cursos favoritos.*
40. *Cuanto más aprendo física, más aumenta mi deseo de aprender física.*