

ALGUNAS PREGUNTAS BÁSICAS SOBRE LOS MODOS DE 'HACER CIENCIA'
EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES Y UN EJEMPLO DE ANÁLISIS CRÍTICO EN UN TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE METODOLOGÍA CUANTITATIVA

Vicente Sanjosé. Didáctica de las Ciencias. ERI-Polibienestar. Universitat de València.

Seminario II: Metodologías de investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales.

ANTES DE EMPEZAR¹:

Los comentarios críticos que se pueden encontrar en este documento no nacen de una sabiduría especial, sino de la reflexión sobre cómo superar las limitaciones que encuentro en mi trabajo y en el de otras personas. Muchos de los problemas que se tratan a continuación no tienen una solución única y por tanto, no pretendo 'tener razón' siempre. Se trata más bien, de compartir reflexiones sobre algunas posibles vías de mejora de la investigación en didáctica de las ciencias.

Desde luego, las metodologías cualitativas parecen necesarias para investigar ciertos fenómenos en ciertas situaciones. La atención se debería centrar en el modo en que los investigadores empleamos tanto la metodología cualitativa como la cuantitativa.

ALGUNAS PREGUNTAS

(I). Se ha criticado que, a pesar del enorme volumen de trabajo en Educación, no existe una auténtica ciencia de la educación^{2,3,4}. ¿Hay un acuerdo razonable sobre qué es "hacer ciencia"? Jorge Wagensberg⁵ diferencia el 'conocimiento científico' del que llama 'conocimiento artístico'. El conocimiento científico se basa en estos principios: 1.- Inteligibilidad del Mundo; 2.-Objetivación del Mundo; 3.-Dialéctica entre el

¹ Estas reflexiones son parte de un trabajo en colaboración con José Otero, de la Universidad de Alcalá.

² Elkind, D. (1999). Educational Research and the Science of Education. *Educational Psychology Review*, 11, 271-280. En la página 271 afirma que "Es extraordinario que tengamos una vigorosa disciplina de investigación educativa y sin embargo falte algo que pueda ser llamado ciencia de la educación".

³ Levin, J., O'Donnell, A. (1999). What to do about educational research credibility gaps?. *Issues in Education*, 5, 177-229. En la página 183 se puede leer: "La investigación educativa tiene un déficit de credibilidad en parte por desacuerdos en el campo sobre lo que constituye "investigación", y por el rechazo a la investigación educativa que parece crecer..."

⁴ Richard P. Feynman, (2000). Entrevista radiofónica sin fechar auspiciada por la *American Association for the Advance of Science* (AAAS). Publicado en *El placer de descubrir*. Barcelona: Crítica, pp. 191-193. Afirma: (...) Pero la ciencia de la educación, por ejemplo, no es ciencia en absoluto. Es un montón de trabajo.

⁵ Wagensberg, J.(1999). *Ideas para la imaginación impura. 53 reflexiones en su propia sustancia*. Barcelona: Tusquets eds., colección Metatemas, nº 54, pp. 83-95.

Mundo y la Mente. El primero asume que nuestra mente puede comprender cómo es el Universo (a pesar de ser sólo una parte de él); el segundo dice que el Mundo existe con independencia de la mente (al fin y al cabo aceptamos que la mente surge por evolución y adaptación al Mundo preexistente); el tercero afirma que, pese a que la mente funciona con representaciones de la realidad, y no con la realidad misma, ambas pueden interactuar en la experimentación. Son principios discutibles, pero su negación conduce a la exaltación de la ignorancia y sumisión a 'Quién Sabe' (o a quien transmite ese saber), a la elevación de la subjetividad de unos pocos por encima del resto y a la negación de la evidencia de los hechos.

Según Wagensberg, el conocimiento artístico está basado en un solo principio: la Comunicabilidad de las mentes mediante complejidades ininteligibles. Es decir, una obra de arte (o, digamos, una emoción) es un ente complejo y no tiene como finalidad ser 'comprendida', ni su esencia consiste en la suma de algunas partes simples (análisis-síntesis); tampoco se pretende que el mensaje que se produce en el receptor sea unívoco: exactamente el mismo que motivó al artista en todos los receptores.

A partir de esto, se pueden plantear las siguientes preguntas:

1.-Dado que la filosofía contemporánea de la ciencia muestra las limitaciones en la objetividad científica, ¿se debe negar el principio de objetivación y glorificar la subjetividad? ¿Ya no debe haber preocupación por que la subjetividad de los investigadores distorsione los fenómenos que presentan? Si se exige un esfuerzo por minimizar la subjetividad y controlar los sesgos, ¿se está practicando un "monismo metodológico" pernicioso?

2.-Puesto que el comportamiento humano es sumamente complejo, ¿se debe renunciar a la posibilidad de hacerlo comprensible? ¿Se quiere resolver los problemas de la didáctica de las ciencias abordando situaciones complejas e inmanejables, en donde cualquier observación es fruto de causas incontroladas? ¿Acaso enseña la Historia que la ciencia se construyó abordando la complejidad desde el principio, o enseña, por el contrario, que ha habido siempre simplificaciones, aproximaciones e idealizaciones fructíferas? El uso de conceptos teóricos complejos, de definición ambigua, ¿no nos acerca a un tipo de conocimiento "artístico" en el que tratamos de comunicarnos a través de "complejidades ininteligibles"? Ejemplos de conceptos cuya esencia parece demasiado compleja como para conocer exactamente su referente y que necesitan mucha elaboración para ser usados con provecho son: "motivación", "actitudes hacia-", "grado de 'apertura' de un problema", "'significación' de un aprendizaje (significativo)", "concepción epistemológica", "grado en el cambio conceptual", "representación mental", etc.

3.- Ya que se ha abandonado a Popper y se piensa que los experimentos cruciales ya no prueban nada, ¿se renuncia también a la posibilidad de falsar cualquier idea, por muy "plausible" que resulte, por medio de

experimentos controlados? La Historia recoge maravillosas ideas 'científicas' que resultaron falsas (por ejemplo, las de Lamarck). Algunos experimentos 'cruciales' han servido para hacer avanzar el conocimiento científico de una forma impresionante: el experimento de Millikan, el de Marconi, los de Madame Curie, el de Michelson y Morley, Curvatura del espacio por gravedad, la Fuga de las galaxias (Hubble), el descubrimiento de la radiación de fondo del Big-Bang, etc. ¿Vale la pena continuar con el esfuerzo de proponer en el área de DCCEE teorías y modelos 'falsables' a través de contrastes bien ejecutados con la realidad?

4.-Cualquier científico sabe que el comportamiento humano no puede ser reducido a un conjunto de números. Pero esas limitaciones, ¿deben hacer que renunciemos a la posibilidad de cuantificar? ¿Han perdido los números su utilidad en la vida de las personas para precisar afirmaciones vagas y evitar verdades a medias? Como razona Sagan⁶, una predicción numérica aumenta mucho la posibilidad de que la comunidad pueda detectar "camelos". Salvando las distancias, los sacerdotes, los pintores, los astrólogos y los adivinos no necesitan predicciones numéricas porque sus contribuciones no están destinadas a pasar por el filtro de la razón. (Por ejemplo, un astrólogo puede 'acertar' si no se le exige precisión cuantitativa; tarde o temprano le pasan muchas cosas a casi todo el mundo).

(II). El proceso sociológico por el que una idea nueva, desarrollada por un equipo, es aceptada por la Comunidad Científica ha sido descrito por Latour⁷ como una lucha contra esa comunidad por ganar crédito (confianza). La mayor parte de los miembros de la comunidad no van a reproducir fielmente esos experimentos para "comprobar" y, por tanto, debe haber mecanismos sustitutivos para poder conceder crédito a esa propuesta (o no hacerlo). Muchas veces el crédito se concede por mecanismos no racionales (por ejemplo, a través del culto a la personalidad ó prestigio de algún investigador), pero en la mayoría de las ocasiones, esos mecanismos están basados en algo que antes se llamaba 'el método científico'. Feyerabend propuso que no existe UN método científico bien definido, pero no dijo que cualquier método de trabajo es válido. Por eso existen los conceptos de validez (interna y externa) y fiabilidad de una investigación, sea de naturaleza cuantitativa o cualitativa. No hay revista importante ni asociación profesional de prestigio que no tenga unas normas para juzgar los métodos de trabajo y aceptar/ rechazar una contribución. Pueden consultarse, por ejemplo, los Standards de AERA⁸ que contemplan tanto los trabajos cuantitativos como los cualitativos. Entonces, ¿se aceptan las normas que otras

⁶ Sagan, C. (1997). *El mundo y sus demonios. La ciencia como una luz en la oscuridad*. Madrid: Planeta, pp 229-242.

⁷ Latour, B. (1991). *La vida en el laboratorio. La construcción de los hechos científicos*. Madrid: Alianza editorial.

⁸ American Educational Research Association. *Standards for Reporting on Empirical Social Science Research*, in AERA Publications. *Educational Researcher*, 35 (6), pp. 33-40.

comunidades científicas educativas ya utilizan para trabajar con rigor, se re-definen con ideas propias ó se renuncia al rigor permitiendo que todos los modos de trabajar sean válidos con tal de ser laboriosos?

(III). La DCCEE debe dedicarse al desarrollo de la educación científica para llegar a producir su parte de conocimiento profesional eficaz ¿Es absolutamente necesario que ese desarrollo se haga dentro de las aulas (antes de producir ese conocimiento profesional)? ¿Debe el profesor enrolarse necesariamente en la actividad científica para ser un buen profesional? Pensemos en otros campos de saber, por ejemplo, ¿cómo se produce el saber profesional de los médicos clínicos? ¿Necesitan los médicos clínicos ser ellos mismos “médicos-investigadores” para ser excelentes profesionales? ¿No se cuestionaría su ética si investigaran directamente con sus propios pacientes cuando acuden a ser curados? ¿No se deberían establecer procedimientos y protocolos más cuidadosos antes de trasladar los resultados de la investigación a las aulas (como se hace en Medicina por ejemplo)? La DCCEE, ¿ha alcanzado ya suficiente precisión en las predicciones como para mejorar sustancialmente el conocimiento profesional?

Sería deseable que las respuestas a estas preguntas concretaran maneras de trabajar cada vez más eficientes. A fin de concretar esas dudas, se expone a continuación un (pseudo-)trabajo de investigación desarrollado según una metodología cuantitativa al que se han añadido comentarios (a la derecha) para señalar aspectos metodológicos importantes, tanto positivos (en verde) como negativos o mejorables (en amarillo). Se ha suprimido la información que no suscitaba comentarios, procurando que se pueda seguir el desarrollo de la investigación.

UN EJEMPLO DE ANÁLISIS CRÍTICO EN UN TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE METODOLOGÍA CUANTITATIVA

EFFECTOS DE UNA INSTRUCCIÓN EXPERIMENTAL (...) SOBRE EL ÉXITO EN RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE CIENCIAS EN SECUNDARIA

Autores:

INTRODUCCIÓN

TEXTO DEL TRABAJO	COMENTARIOS
En la enseñanza de las ciencias y de las matemáticas, la resolución de problemas es la tarea por excelencia para probar el aprendizaje de los	Los trabajos citados deben ser relevantes para el asunto concreto mencionado. Hay citas que

<p>estudiantes (...) (Polya, 1957; Newel y Simon, 1972, Larkin y Reif, 1979).</p> <p>El procedimiento didáctico habitual para enseñar a resolver problemas y evaluar el aprendizaje se basa en la transferencia ('transfer'): (...) los estudiantes abstraen 'esquemas de problema' que son las representaciones mentales comunes a varios problemas. Por eso el aprendizaje inicial de ejemplos relevantes (...).</p> <p>En un problema se diferencian dos componentes básicas (Holyoak y Koh, 1987; Holyoak, 1984): 1) su superficie, historia o contexto; y 2) su estructura. La superficie alude a la temática concreta o ámbito del Mundo a la que pertenecen los objetos y eventos que se describen en el enunciado, que normalmente forman parte del conocimiento general de las personas. La estructura en los problemas algebraicos está determinado básicamente por "cómo las cantidades se relacionan unas con otras, más que por cómo son las cantidades" (Novick, 1988, pp 511).</p> <p>(...)</p>	<p>parecen "de obligada mención" en los trabajos, sean o no antecedentes importantes del tema.</p> <p>Un concepto delicado, de difícil contestación empírica.</p> <p>Con frecuencia utilizamos terminología variada con significados diferentes o, en ocasiones, poco precisos, para identificar los conceptos de interés.</p> <p>Conceptos importantes en la investigación, basados en antecedentes sólidos (publicados en revistas de alto impacto, incluyendo las de áreas diferentes a la Didáctica de las Ciencias, y muy citados).</p>
---	--

ELEMENTOS TEÓRICOS E HIPÓTESIS

<p>Resolver un auténtico problema (Gil y Martínez-Torregrosa, 1983) requiere comprensión. Comprender un problema significa construir una representación mental de la situación descrita en el enunciado.</p> <p>Kintsch y van Dijk (1978; van Dijk y Kintsch, 1983; Kintsch, 1998;) proponen una teoría de la comprensión con 3 niveles de representación mental:</p> <p>a) Nivel Léxico, o reconocimiento de las palabras; b) Base del Texto, o nivel semántico constituido por el significado de las proposiciones del texto con independencia de su forma gramatical; c) Modelo de la Situación formado por la conexión de las proposiciones del texto con los esquemas de conocimiento previo que se amplían y matizan con la nueva información. Kintsch y Greeno (1985) postularon un cuarto nivel de representación mental, específico para problemas: d) Modelo del Problema o nivel</p>	<p>Un concepto importante y central en nuestro área que hay que definir. Con frecuencia hablamos de "aprendizaje significativo" citando a Ausubel (un trabajo de hace 40 años). El conocimiento sobre el aprendizaje y la comprensión ha avanzado mucho en 4 décadas.</p> <p>El término 'comprensión', dotado frecuentemente de significado borroso, se intenta definir con precisión en el estudio mediante un modelo de amplia aceptación internacional y muy contrastado.</p> <p>De nuevo, conceptos potentes tomados de teorías bien fundamentadas sobre los temas que se estudian. Aún con ello, no se dispone de un instrumento de amplia aceptación para explicitar (medir) el Modelo de la Situación y el Modelo del Problema construido por los sujetos. Si se dispusiera de ello, las propias entidades quedarían unívocamente definidas. Esto muestra la dificultad de medir bien en nuestro área. Pero la medida es necesaria</p>
---	---

<p>abstracto. Más allá de la representación de los objetos y eventos en el mundo ordinario, los problemas en ciencias y matemáticas requieren representaciones de cantidades, magnitudes, operaciones y ecuaciones. Para un experto el Modelo del Problema coincide con la estructura del problema.</p> <p>(...)</p> <p>En el caso de problemas que involucran ... Por tanto, los obstáculos deben aparecer al tratar de construir un Modelo del Problema adecuado a partir de la Base del Texto, tal como sucede en problemas aritméticos (Orrantia et al., 2005, Valentín y Chap-Sam, 2005; Christou y Philippou, 1998; Neshet y Hershkovitz, 1994; Carpenter, Hiebert y Moser, 1981).</p> <p>(...)</p> <p>En la metodología experimental que proponemos, ...</p> <p>(...)</p> <p>Podemos ahora plantear nuestras hipótesis:</p> <p>Hipótesis Principal: "La metodología experimental, basada en explicitar el proceso de traducción algebraica de los enunciados, mejorará significativamente el éxito de los estudiantes a la hora de plantear problemas de temas nuevos, en comparación con la de control".</p> <p>(...)</p>	<p>y hay que dedicar trabajo a ello, en lugar de dejar de hacerlo.</p> <p>Se citan los antecedentes del trabajo: la relación causal que se quiere estudiar ya ha sido contrastada en situaciones similares, pero no idénticas.</p> <p>Es característico de nuestro área que los diseños instruccionales sean variables independientes en las investigaciones. Sin embargo, las metodologías instruccionales encierran demasiadas variables puestas en juego a la vez, sin factorizar. Guzzetti et al (1993)⁹ ya apuntaron esta característica diferencial de nuestra comunidad, a diferencia de lo que es práctica habitual en otros campos cercanos, como la psicología de la educación, ó los estudios sobre lectura .</p> <p>Cuando combinamos más variables de las que podemos controlar y algo falla, ¿a qué es debido concretamente? Si todo va bien, ¿qué es lo que realmente está influyendo en el resultado?</p> <p>Si a esta complejidad en la variable independiente (manipulada) sumamos la complejidad de las situaciones de aula, con sus muchas variables importantes sin controlar, la validez de las conclusiones de muchos estudios está francamente entredicho.</p> <p>Una hipótesis importante para la didáctica de las ciencias, pero muy difícil de contrastar con rigor. En una situación "real" de aula, la cantidad de variables no controladas disminuye la validez interna del estudio.</p>
--	---

⁹ Guzzetti, B.J., Zinder, T.E., Glass, G.V. & Gamas, W.W. (1993). Promoting conceptual change in science: a comparative meta-analysis of interventions from reading education and science education. *Reading Research Quarterly*, 28, pp. 116-159.

MÉTODO*Muestra*

TRABAJO	COMENTARIOS
<p>Participaron en este experimento un total de 92 sujetos de ambos sexos pertenecientes a dos centros educativos de Secundaria en poblaciones de más de 10.000 habitantes. Los sujetos pertenecen a grupos naturales... La distribución en los grupos de tratamiento es la que sigue (Tabla 1):</p> <p>Los Centros educativos se hayan en una zona industrializada y el nivel sociocultural de las familias es típicamente medio.</p> <p>La muestra fue elegida por su disponibilidad sin muestreo aleatorio. (...)</p>	<p>No hay aleatorización en la asignación de los estudiantes a las condiciones experimentales → la validez interna no es alta porque puede haber sesgos sistemáticos (variables contaminantes) cuya contribución no puede ser eliminada.</p> <p>¿Acaso el nivel socio-cultural es relevante en esta investigación?</p> <p>Sin muestreo → la muestra no es representativa de la población → la validez externa no está garantizada → No se pueden extraer conclusiones generales para la población.</p>

Diseño y variables

TRABAJO	COMENTARIOS
<p>El experimento se desarrolló en 3 fases: pre-test, tratamiento y transfer (post-test).</p> <p>El diseño experimental es factorial '2x2x3', siendo los factores: i) la metodología instruccional (control/ experimental); ii) el nivel académico (4°ESO / 1°Bachillerato); iii) el nivel de habilidades algebraicas de cada sujeto en Secundaria (Bajo/ Medio/ Alto).</p> <p>El nivel algebraico se estableció a partir de los resultados en el North Carolina Test of Algebra II (ERIC Report ·#304 474, 1988). Este test se ajusta a los contenidos de los últimos cursos de ESO, ha sido extensamente validado y es suficientemente fiable (coeficiente de fiabilidad= 0,90). El nivel Bajo corresponde a puntuaciones entre 0 y 31 (percentil 33 o inferior), y el Alto a puntuaciones de 43 o superiores (percentil 67 o superior).</p> <p>La muestra está distribuida de modo homogéneo según estos factores...</p>	<p>Pretest + Post-test. Necesario para no entrar en un nivel bajo de validez interna.</p> <p>Los 2 valores del factor "nivel académico" (curso) son demasiado cercanos (los temas y los problemas obligan). ¿Se esperan diferencias entre ellos?</p> <p>No se controlan otras variables que pueden ser importantes: estilo cognitivo, control de la comprensión, nivel de comprensión lectora, variables del profesor, interacciones entre los estudiantes mismos y entre ellos y el profesor, etc.</p> <p>Es muy importante utilizar instrumentos válidos y fiables.</p> <p>Tenemos escasa tradición en este sentido: cada investigador diseña sus propios instrumentos, cuya validación es insuficiente y cuya fiabilidad casi nunca se calcula. ¿Podemos hacer ciencia sin buenos instrumentos de toma de datos, sea cual sea la orientación metodológica que</p>

<p>La distribución de los estudiantes en los niveles de habilidades algebraicas Bajo, Medio y Alto es, respectivamente, (...) y es similar en los dos niveles académicos considerados ($\chi^2=1,771$; g.l.=2; $p=0,412$) y en los dos grupos de tratamiento instruccional ($\chi^2=2,139$; g.l.=2; $p=0,343$).</p> <p>Las metodologías instruccionales se diferencian en dos aspectos: (...)</p> <p>(...)</p> <p>Para no introducir más variabilidad, el profesor fue el mismo en los grupos, experimental y control.</p> <p>Las variables dependientes consideradas se relacionan con el éxito en la construcción de la representación Modelo del Problema.</p> <p>(...).</p> <p>(...) Para inferir el criterio que cada sujeto utiliza para la categorización de los problemas atenderemos a las características comunes más frecuentes en cada grupo.</p> <p>Como los estudiantes no muestran grandes dificultades para resolver las ecuaciones una vez están planteadas (Sanjosé et al., 2007), nuestro interés se centra en el planteamiento (fase de comprensión) de los problemas. En la fase final los dos problemas a resolver pertenecen a un tema todavía no estudiado por los estudiantes (transfer inter-dominios).</p> <p>(...)</p>	<p>adoptemos?</p> <p>Control de sesgos entre grupos. Variables independientes no asociadas entre sí.</p> <p>Utilización de indicadores estandarizados para inferir conclusiones. En este caso, estadísticos apropiados a los datos y a la muestra disponible.</p> <p>Como ya se señaló, son constructos demasiado complejos para ser bien controlados. Por tanto resulta a veces difusa la caracterización de las metodologías de control o "tradicionales": todo el mundo sobreentiende en qué consisten, pero pocos explicitan bien sus atributos.</p> <p>Pero no hay evidencia de que su comportamiento en las dos condiciones del experimento mantuviera constantes las variables que NO diferencian entre metodologías (interés, esfuerzo, estrategias, interacción con los estudiantes, motivación e implicación de los estudiantes, etc.).</p> <p>Si profesor = experimentador → sesgo importante difícil de evitar (No se puede ser "juez y parte"). ¿Podemos realizar experimentos "a doble ciego", como se hace en medicina, por ejemplo? La calidad de los estudios aumentaría tremendamente.</p> <p>Los criterios deben determinarse del modo más objetivo posible para no violar la fiabilidad de los datos ni la reproducibilidad del método.</p> <p>Aunque hay precedentes, la conclusión no fue validada para toda la población. Por tanto habría que comprobar que esto es también así en esta muestra concreta.</p>
--	---

Criterios de Puntuación

TRABAJO	COMENTARIOS
<p>Consideramos como 'planteamiento erróneo' aquel en el que (...).</p> <p>La ausencia de planteamiento y los planteamientos erróneos fueron calificados con 0,0 puntos; los planteamientos parcialmente correctos se puntuaron con 0,5 puntos; y los planteamientos totalmente correctos (sin errores) fueron calificados con 1,0 puntos.</p> <p style="background-color: #00FF00;">El criterio se aplicó por parte de 2 jueces externos a la investigación (2 profesores de secundaria) a una muestra aleatoria de 20 problemas del total de la muestra. El acuerdo fue muy alto ($kappa= 0,90$).</p> <p>(...).</p>	<p style="background-color: #00FF00;">Hay que intentar introducir rigor en los procesos de medida.</p> <p>Muchos trabajos en didáctica presentan mediciones cuya fiabilidad (y por supuesto validez) es muy dudosa.</p> <p>Si se dispone de un instrumento estandarizado, su aplicación está protocolizada y la evaluación de cada sujeto tiene un error acotado y determinado (que depende de la fiabilidad del instrumento). Si se trata de la aplicación de criterios de corrección ó, igualmente, de categorización, entonces hay que evitar criterios difíciles de objetivar ó que estén demasiado vinculados a cada ejercicio, o cada pregunta concreta, que los hacen difíciles de aplicar en una réplica.</p> <p>A veces es necesario pasar un proceso de validación y objetivación de un criterio a base de triangulación y/o acuerdo inter-jueces. En este caso, calcular índices de acuerdo como Kappa son importantes. Una vez logrado un valor alto, hay que aplicar los criterios a una muestra de prueba por parte de jueces externos a la investigación. De nuevo Kappa debe ser alto si hay más de un juez externo.</p>

Materiales

TEXTO DEL TRABAJO	COMENTARIOS
<p>(...)</p> <p style="background-color: #00FF00;">Se preparó una colección de 12 problemas diferentes (ver ejemplos en Anexo 1) que fueron diseñados según 6 contextos temáticos o 'superficies' diferentes, y 2 estructuras como muestra la Tabla 3.</p> <p>(...)</p>	<p style="background-color: #00FF00;">Dado que los problemas se han seleccionado de entre muchos posibles, es necesario replicar el experimento con otras colecciones.</p> <p>Solo así se puede probar que el efecto encontrado aquí es independiente de los problemas concretos trabajados.</p>

Procedimiento

(...)

RESULTADOS

(...)

Fase inicial

TRABAJO	COMENTARIOS
<p>En la tarea de agrupación de problemas (...)</p> <p>No hay diferencias significativas entre ambos grupos de tratamiento en el número de grupos del problemas formados ($\chi^2 = 1,111$; g.l.= 2; $p = 0,574$)...</p> <p>En la resolución de los problemas (...) De nuevo encontramos equivalencia entre ambos grupos de tratamiento ($\chi^2 < 1$) y entre los niveles de habilidades algebraicas ($\chi^2 = 2,826$; g.l.= 2; $p = 0,243$)...</p> <p>Por tanto, antes de comenzar el tratamiento ambos grupos de tratamiento son equivalentes en las variables dependientes consideradas.</p>	<p>Pretest.</p> <p>Si no se hacen estos contrastes (control del efecto del estado inicial sobre el final), no se puede concluir que los efectos observados se deben a las variables independientes consideradas.</p> <p>Una medida crucial para que el estudio se considere experimental o, al menos, cuasi experimental..</p>

Fase de Tratamiento

(...)

Fase de transfer

TRABAJO	COMENTARIOS
<p>(...) Hay asociación significativa entre el tratamiento instruccional y la aplicación correcta del criterio de igual estructura de los problemas ($\chi^2 = 30,359$; g.l.=1; $p < 0,001$)...</p> <p>(...)</p> <p>En el planteamiento del problema P11 el grupo control alcanza un promedio de (...). El análisis de varianza muestra efectos significativos sobre la puntuación ($F = 14,644$; g.l.= 5; $p < 0,001$). El tipo de instrucción es significativa ($F = 58,914$; g.l.=1; $p < 0,001$) pero el efecto del nivel algebraico queda fuera del límite de significación ($F = 2,937$; g.l.=2; $p = 0,060$). No hay interacción ($F < 1$).</p> <p>(...)</p> <p>En el problema P11 cada uno de los pasos de la regla para poner un problema en ecuaciones es explicitado correctamente por un mínimo del 67,6% de los</p>	<p>Contrastes estadísticos para valorar el efecto de las variables independientes sobre la dependiente. ¿Se puede rechazar la hipótesis nula?</p> <p>Es necesario dar la Potencia del estudio y, si es posible, el Tamaño del Efecto. La ausencia de la potencia y del tamaño del efecto son carencias muy abundantes en los estudios cuantitativos. Nos acordamos de controlar el nivel de significación (rechazar o no la hipótesis nula) pero no de dar la probabilidad de acertar al aceptar la hipótesis alternativa.</p> <p>Importante asegurar que los estudiantes han utilizado la propuesta antes de sacar conclusiones sobre sus bondades.</p>

<p>estudiantes, (...). La aplicación de los pasos de la regla es muy consistente (coeficiente de consistencia Alfa de Cronbach= 0,857). En particular, el vínculo entre el tercer paso ('analizar las relaciones entre las cantidades') y el quinto ('escritura de las cantidades y sus relaciones a partir del símbolo algebraico otorgado a la incógnita identificada') es muy fuerte, (r - Spearman= 0,988) y cualquiera de ellos es un excelente predictor de la puntuación en el planteamiento de este problema (R^2 corregida= 0,940).</p> <p>En el problema P12 (...).</p>	<p>El cuadrado del coeficiente de correlación es la varianza de la variable dependiente que es explicada por las independientes. Da idea de la potencia del ajuste lineal.</p>
---	--

CONCLUSIONES

TRABAJO	COMENTARIOS
<p>El objetivo fundamental de este trabajo fue (...)</p> <p>Los factores independientes fueron (...). Se plantearon las siguientes hipótesis:</p> <p>(...)</p> <p>Los estudiantes del grupo experimental mostraron un nivel de apropiación aceptable de la regla instruccional (...). El paso de la regla que resulta más difícil es el 'análisis de las relaciones entre cantidades' a un nivel no-algebraico. Es decir, el obstáculo fundamental parece concentrarse en el inicio del proceso de traducción, cuando el sujeto debe convertir la semántica de las frases del texto en relaciones elementales entre cantidades.</p> <p>(...) Por tanto, la investigación futura debería centrarse precisamente en esta fase inicial del proceso de traducción de los problemas.</p> <p>En los límites de este experimento la hipótesis principal se confirma. (...).</p> <p>Ello apoya el trabajo de Bassok y Holyoak (1989): se requieren diseños de instrucción basados en reglas generalizadas para el transfer inter-dominios. (...).</p> <p>En la resolución de problemas de un tema nuevo, (...). Esto prueba que el reconocimiento de la estructura subyacente en los problemas a partir de su enunciado es una tarea difícil para los estudiantes y que las similitudes</p>	<p>Las conclusiones deben ajustarse a los objetivos planteados. No se pueden extraer conclusiones de aspectos no considerados y/o no medidos ni controlados apropiadamente, por muy "obvias" que le resulten al investigador "in situ".</p> <p>Es verdad, pero no se ha tratado este dato en los resultados.</p> <p>La investigación presente concreta nuevos problemas o consigue acotar más un problema ya abordado.</p> <p>Recordamos que no podemos generalizar los resultados por falta de validez externa.</p> <p>Se replican o refuerzan o amplían resultados de otros trabajos anteriores.</p>

<p>superficiales (igualdad temática) de los problemas ejemplo no ayudan a ello, de acuerdo con Reeves y Weisberg (1994)...</p> <p>(...)</p> <p>Respecto de la hipótesis secundaria, no hemos podido rechazar la hipótesis nula: (...)</p> <p>Tampoco el nivel de habilidades algebraicas de los estudiantes produjo diferencias en las medidas dependientes. Las medidas obtenidas para esta variable se consideran fiables por lo que la hipótesis secundaria se refuta en lo que respecta a ella.</p> <p>Aunque los resultados obtenidos no son generalizables, la metodología instruccional utilizada podría tener algunas ventajas en las aulas:</p> <p>a) (...).</p> <p>b) Es muy útil, ya que (...).</p> <p>c) Resuelve, en un porcentaje grande, las dificultades que muchos estudiantes tienen para (...)</p> <p>(...)</p> <p>Es necesario replicar estos resultados y realizar un experimento con muestreo representativo para poder extraer conclusiones de alta validez externa..</p>	<p>A veces las hipótesis no pueden ser contrastadas (no se puede rechazar la hipótesis nula)...</p> <p>...y a veces incluso se refutan.</p> <p>Se muestran las "ventajas en el aula" de la metodología ensayada cuando el nivel de validez no es aún el adecuado para poder hacerlo.</p> <p>Utilización de términos valorativos no totalmente justificados.</p> <p>Optimismo en las virtudes del enfoque yendo mas allá de la situación considerada</p> <p>Es frecuente encontrar en nuestros trabajos un apartado de "Consecuencias Didácticas" cuando las muestras son de conveniencia, y/o se trata de unos cuantos casos analizados y, además, suele haber más amenazas a la validez interna (falta de asignación aleatoria de la muestra a las condiciones, es muy habitual).</p> <p>Nota apropiada de cautela.</p>
--	--

Etc.