PSYKHE
2000, Vol.9, N° 2, 83-94

ISSN 0717-0297

Diseño y Elaboración de un Instrumento para Evaluar Innumeralismo en Adultos

Design and Elaboration of an Instrument to Assess Adult Innumeracy

Herminia Ochsenius
Franco Simonetti
Pontificia Universidad Católica de Chile

Se presenta un instrumento construido para evaluar innumeralismo en adultos. Se basa en una definición operacional del concepto, proveniente del análisis de los objetivos fundamentales y contenidos mínimos obligatorios para la educación básica y media chilena desde la perspectiva de las áreas de innumeralismo propuesta por Reeves (1994). La prueba entrega un perfil de innumeralismo que indica las áreas deficitarias de la persona y/o grupo; eso permite diseñar acciones remediales. El análisis de los resultados obtenidos por estudiantes universitarios lleva a la discusión sobre la prevalencia del innumeralismo en la sociedad chilena.

A test for the evaluation of innumeracy in adults is presented. The test is based on an operational definition of innumeracy which was developed, along the lines proposed by Reeves (1994), from an analysis of the basic goals and minimal content requirements for elementary and secondary mathematics established by the Chilean Ministry of Education. The test yields an innumeracy profile highlighting areas of deficiency in the person and/or group evaluated, and thereby facilitates the design of appropriate remedial programs. Surprisingly negative results obtained when the test was administered to a group of university students, in the course of its development, suggest that there is significant deficiency in adult numeracy in Chile.

El concepto de numeralismo, en su sentido más amplio, dice relación con la utilización adecuada de los conceptos y el modo de razonar propios de la matemática en el complejo proceso de adaptación de los seres humanos al mundo en que se desenvuelven. El tema es tratado en la literatura científica reciente desde dos enfoques, diferentes aunque complementarios. El primero enfatiza que conceptos y desarrollos teóricos matemáticos fundamentan una amplia variedad de aspectos claves de la cultura occidental, el segundo se refiere a la habilidad de las personas para usar las matemáticas al resolver problemas prácticos de la vida cotidiana.

Diversas consideraciones justifican la importancia de las matemáticas como base y herramienta de disciplinas científicas y de desarrollos tecnológicos. En primer lugar se tiene que los fenómenos del mundo físico, biológico, o interpersonal son esencialmente variables, y la matemática nace y se desarrolla como la ciencia que permite aprehender y estructurar la variabilidad y el cambio, desde los procesos de numerar y medir hasta la definición y estudio de funciones. Eso permite que sus modelos abstractos sean utilizados por una amplia gama de ciencias para describir y predecir el comportamiento de sus objetos de estudio. Por otra parte, la sociedad occidental ha evolucionado hacia una cultura tecnológica cuyas raíces son matemáticas, y conocer este lenguaje permite evaluarla en forma más sofisticada y eficiente. Por último, y siempre en un plano abstracto, el desarrollo actual de la teoría de la probabilidad y de la estadística permite abocarse al estudio de la incerteza, de los fenómenos que no pueden ser descritos adecuadamente en forma determinística, y sus aplicaciones van desde la mecánica cuántica hasta los procesos macroeconómicos. El primer enfoque del innumeralismo privilegia estas consideraciones al mostrar los conceptos y teoremas matemáticos implicados en situaciones diversas, y explicar de qué manera su conocimiento permite una mejor evaluación de ellas (Asimov, 1988; Gardner, 1981; Paulos, 1992, 1996; Senechal, 1994; Stein, 1996).

Los trabajos en esta línea son desafiantes, abren nuevas perspectivas al iluminar un aspecto matemático que no es obvio, y con frecuencia presentan de manera muy atractiva y conceptual temas complejos. Pero se presenta el problema de definir de manera precisa innumeralismo en forma coherente

Herminia Ochsenius A., Facultad de Matemáticas. Franco Simonetti B., Escuela de Psicología.
La correspondencia relativa a este artículo debe ser dirigida a: Herminia Ochsenius A., Facultad de Matemáticas, P. Universidad Católica de Chile, Vicuña Mackenna 4860, Santiago, Chile. Fono: 6864533, Fax: 5525916. E-mail: hochsen@mat.puc.cl

con este enfoque. En efecto, puesto que la matemática subyace a tantos desarrollos científicos es imposible acotar la variedad de temas que deben ser considerados importantes para el numeralismo, y tampoco puede acotarse el nivel de conocimiento de ellos.

Un segundo enfoque surge desde el ámbito de la pedagogía. Plantea la inquietud por el grado de adecuación de los contenidos del curriculum matemático, así como de la metodología de la enseñanza, a las exigencias que la sociedad actual les planteará a los jóvenes cuando se integren al mundo del trabajo y de la cultura. Entre las definiciones de numeralismo que provienen de esta vertiente se encuentran la de Withnall (en Kerka, 1995) "el tipo de habilidades matemáticas necesarias para funcionar en la vida diaria en el hogar, trabajo y comunidad" (p.1), la de Gal (1995) "el conjunto de destrezas, conocimientos, creencias, disposiciones, hábitos mentales, capacidades de comunicación y destrezas en resolver problemas que la gente necesita para abordar en forma efectiva y autónoma las situaciones cuantitativas que aparecen en la vida y el trabajo", así como "el arte de poner números a las cosas, es decir asignar cantidades a variables de modo que pueda llegarse a decisiones prácticas" (Hardin, 1985). En la misma línea Pollak (1997) afirma que el aspecto central del numeralismo es el "resolver problemas de la vida real, el uso de las matemáticas en la vida cotidiana, en el trabajo y como ciudadano inteligente".

La reflexión se centra, entonces, en distinguir y precisar las áreas y contenidos matemáticos que aparecen como relevantes en el quehacer cotidiano y va ligada a indicaciones metodológicas respecto a su enseñanza. Por ello también se encuentra en la literatura una casi infinita variedad de estudios casuísticos, que se elaboran de manera parcial en ideas y temas (Curry, Schmitt & Waldron, 1996; Ginsburg, Gal, & Schuh, 1995; Paulos,1996; Reeves, 1994). Se sostiene aquí que esta imprecisión es inherente a este concepto de innumeralismo. Por tanto la primera tarea es determinar criterios que permitan delimitarlo y así formular una definición operacional de numeralismo. Sólo entonces es posible abordar la construcción de un instrumento para su medición.

En efecto en todas las definiciones citadas, el énfasis se coloca en "la vida diaria", la "cotidianeidad", y en ello radica la especificidad del concepto. Pero allí también está su inespecificidad. Porque ¿qué es la vida cotidiana? ¿cuáles son sus demandas matemáticas concretas? Sin lugar a dudas habrán diferencias marcadas, tanto cualitativas como cuantitativas, en las demandas que la vida cotidiana impone al campesino, al chofer de movilización colectiva, al abogado, a la dueña de casa, al pequeño empresario, pues las habilidades matemáticas que se requieren en un caso serán irrelevantes en otro. Más aún, las personas no son entes pasivos inmersos en una situación objetiva llamada "vida cotidiana"; cada uno la construye, y puede seleccionar, codificar y procesar un mismo mensaje en un continuo desde lo anumeralista hasta la sofisticación matemática. Pero, por otra parte, no cabe duda que en cualquier grupo socioeconómico o cultural hay destrezas matemáticas que son imprescindibles en el diario vivir, entre ellas están el contar objetos, o realizar sumas sencillas. La pregunta obvia es ¿cuáles otras?, y de la discusión anterior queda claro que, lamentablemente, la respuesta no es tan obvia.

Se complejiza además el análisis por dos consideraciones. Primero, diariamente hacemos uso de estrategias numeralistas complejas que corresponden a conocimientos procedurales. Respondemos, por ejemplo, a la pregunta "¿está cerca de aquí?" con "a unos diez minutos, caminando rápido", sin darnos cuenta que en vez de hablar directamente de distancia lo estamos haciendo implícitamente a través de los conceptos de tiempo y velocidad, y que la estimación de la velocidad se hace en términos de medidas del propio cuerpo, y no de unidades de medición estandarizadas. Este carácter procedural hace difícil el determinar explícitamente en qué áreas de la cotidianeidad hacemos uso de habilidades matemáticas y cuáles son las que entran en juego realmente. En segundo lugar, para codificar situaciones en términos matemáticos se necesitan conocimientos declarativos, adquiridos en un proceso de aprendizaje generalmente de tipo formal. Si tales conocimientos no se imparten, o lo que es lo mismo desde este ángulo, si se enseñan sin ligarlos a las situaciones prácticas, no se sentirá su necesidad. Pues las personas construyen su vida diaria dejando al margen aquello que no le es significativo por carecer de los conocimientos que le permitirían darle significado. Pero entonces se reforzará el pensar que esos conocimientos son sólo teóricos, pues no se ven casos de la vida diaria en que se ocupen. El círculo vicioso está avalado por una cultura en la que el procesamiento verbal de la información es más importante que el matemático, y esta disociación es de hecho tan marcada que "equivocarse al sumar" no es obstáculo para que una persona sea considerada un intelectual.

En este trabajo se optó por utilizar este segundo enfoque del numeralismo, manteniendo el primero sólo como un marco general de referencia. Ello significa acotar la población objetivo, y luego determinar criterios de numeralismo en este grupo. Se decidió considerar sólo la población adulta chilena que hubiese completado de manera exitosa la educación media y que no se haya integrado aún al mundo laboral. La exigencia "adulto" elimina la variabilidad debida a las etapas de desarrollo cognitivo. La exigencia de nivel de escolaridad exitosamente concluido la hace homogénea, teóricamente, desde el punto de vista de la enseñanza matemática a la que han sido expuestos, y descarta los casos en que la insuficiencia en las destrezas se debe a niveles intelectuales bajos. El no haberse integrado al mundo laboral significa que la persona no ha adquirido aún habilidades específicas correspondientes a un conjunto acotado de actividades concretas.

Como una primera aproximación a la especificación de los conocimientos y destrezas que un adulto chileno necesita para su vida diaria, se analizó una muestra al azar de diarios y revistas, así como la edición central de un noticiario televisivo. Excluyendo los casos en que se dedica un grupo de artículos a informaciones numéricas económicas, y el del diario El Metropolitano de reciente aparición, se encuentran, salvo ligeras diferencias, las características siguientes: a) Los números se utilizan prioritariamente, y valga la redundancia, para numerar: cantidades de objetos, precios, unidades de tiempo, fechas. Más aún, los números que aparecen son en general menores a 10.000, si se nombran números mayores, se hace con palabras, "un millón y medio". b) Pueden aparecer porcentajes, pero es raro el caso en que son discutidos y analizados. c) Las fracciones se ven únicamente en recetas de cocina y ocasionalmente en alguna referencia, en palabras, a la parte de un todo ("la tercera parte de"). Es importante resaltar las ausencias: no se ocupan números negativos, ni fracciones con numerador distinto del 1, ni raíces, ni números trascendentes, el espacio se trata siempre en términos cualitativos y prácticamente no hay información estadística en tablas ni gráficos. Tampoco se establecen relaciones numéricas que permitan dimensionar los datos presentados. Es decir, salvo excepciones, los medios de comunicación masivos analizados no presentan ninguna elaboración de las noticias en términos numeralistas, aunque ello signifique la omisión de un aspecto importante para la comprensión y evaluación de las noticias presentadas.

Para determinar las destrezas que definirán como numeralista a una persona del universo indicado se consultaron entonces los Decretos Supremos de Educación N° 40 (1996) y N° 220 (1998) que establecen los Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos obligatorios para la Enseñanza Básica y Media chilena. La elección de este criterio se fundamenta en el planteamiento teórico de que cada cultura, a fin de perdurar, entrega a través de la educación los conocimientos que necesitarán sus individuos adultos para integrarse satisfactoriamente a ella. Esto ha sido una preocupación importante en Chile y en los Decretos actualmente vigentes se insiste explícitamente, al plantear el marco curricular del área de las matemáticas, en la relación que existe entre esta disciplina y los diversos aspectos de la realidad. Teniendo en cuenta estas consideraciones, se analizaron los planes de estudio en función de las áreas y estándares planteados por Reeves (1994). En cada una de las cinco áreas: números, espacio, medición, probabilidad y análisis de datos, y relaciones se especificaron todos los objetivos y contenidos que aparecían en los programas de los doce años de estudios. Basándose en ello proponemos la definición operacional de numeralismo que se expone a continuación.

Definición Operacional de Numeralismo

I. Área de los números

1. Operatoria con números enteros y fracciones:
Un adulto numeralista debe ser capaz de:
a) Realizar operaciones aritméticas: suma, resta, multiplicación y división con números enteros tanto positivos como negativos.
b) Calcular la suma, diferencia, producto y cuociente de dos fracciones *a* y *b* cuyo numerador sea un entero y denominador un entero positivo.
c) Cálculo de potencias a^n con base en los naturales y exponente un entero positivo menor o igual a 10. Cálculo de potencias de 10 para cualquier exponente entero.
d) Calcular la suma y producto de dos números en notación decimal. Identificar fracciones con denominador 10, 100 y 1000 con los decimales correspondientes.
e) Ordenar números en notación decimal, de cualquier orden de magnitud. Ordenar fracciones con numerador entre -100 y 100, y denominador entre 1 y 100.

f) Conocer y aplicar los métodos de enumeración correspondientes a combinatoria básica: regla del producto y regla de la suma.

2. Porcentajes y proporciones

En las situaciones de la vida cotidiana las proporciones, con excepción de casos muy sencillos (la mitad, el doble, el triple), se expresan como porcentajes en una ecuación de la forma "el a % de b es c"

El adulto numeralista debe ser capaz de:

a) Reconocer los términos a, b y c en un problema de porcentajes, y calcular cualquiera de ellos.
b) Comparar porcentajes, tomando en cuenta en forma correcta las bases que correspondan.
c) Calcular la variación como tanto por ciento del número original.
d) Plantear y resolver una proporción.

3. Estimación de números.

El adulto numeralista debe conocer ciertos datos numéricos de su entorno. Específicamente, en el caso de adultos a nivel de educación universitaria éstos incluyen el número de habitantes de Chile, así como de ciudades importantes del país; distancias aproximadas entre las ciudades de Arica, Santiago, Puerto Montt, Punta Arenas; estimación de la población mundial, tamaño y población relativos de países importantes o geográficamente cercanos y otros de ese nivel de generalidad.

Además el adulto numeralista debe ser capaz de:

a) Estimar longitudes refiriéndolas a las medidas de su cuerpo: altura en metros de una habitación, ancho en centímetros de una hoja de papel, número de personas de pie que caben en 1 m^2, velocidad de una persona al caminar.
b) Interpretar y juzgar información numérica referida a datos del país.
c) Estimar orden de magnitud de números muy grandes o muy pequeños. Comparar números grandes reduciendo una escala de medición a otra (por ejemplo: distancia a tiempo).
d) Estimar el orden de magnitud de los resultados de las operación aritméticas indicadas en el punto I.1.

II. Área del espacio

1. Perímetros, áreas y volúmenes.

El adulto numeralista debe:

a) Conocer la fórmula para calcular el perímetro y el área del cuadrado, rectángulo, triángulo, longitud de la circunferencia y área del círculo. Teorema de Pitágoras.
b) Conocer la fórmula para calcular el volumen de un cubo y un prisma recto de base rectangular.

Además, debe ser capaz de:

a) Calcular el área de una figura poligonal mediante su descomposición en figuras más simples. En particular en el caso de superficies de terrenos y viviendas.
b) Estimar áreas de figuras irregulares, con una estimación del margen de error.
c) Estimar distancias entre ciudades en un mapa, basándose en la latitud y longitud de ellas.

III. Área de la medición

1. Medición de objetos.

El adulto numeralista debe:

a) Conocer el sistema de medición decimal y las unidades de medición indicadas. Longitudes: kilómetro, metro, centímetro y milímetro. Áreas: Km^2, m^2, cm^2, área y hectárea. Volumen: cm^3, m^3. Peso: gramos, kilógramos, toneladas. Conocer las equivalencias entre ellas.
b) Conocer el sistema monetario nacional, saber qué es el I.P.C. y su valor aproximado. Conocer algunas equivalencias del peso con monedas extranjeras y con Unidades Económicas, en particular el valor del dólar y de la U.F.
c) Conocer los rudimentos del sistema tributario. En particular qué es y cuál es el valor aproximado del I.V.A.

Además debe ser capaz de:

a) Calcular número y monto de cuotas dado el precio y la tasa de interés, tanto para interés simple como compuesto.
b) Discriminar entre medidas de objetos muy pequeños, o muy grandes.
c) Juzgar la credibilidad de información numérica referente a mediciones.

2. Medición del tiempo

El adulto numeralista debe:

Conocer cabalmente el sistema de medición cronológica utilizado en Occidente: en particular número de días de cada mes, años bisiestos, número de semanas en el año, año de inicio y término de cada siglo.

Además debe ser capaz de:

a) Ordenar acontecimientos históricos relevantes en sucesión temporal.
b) Estimar órdenes de magnitud del número de segundos en una semana, de horas en un mes, y relacionarlo con la duración de ciertos sucesos.

c) Combinar la periodicidad de 7 días de la semana con la de doce meses en un año, y cien años en un siglo.

IV. Área de la probabilidad y análisis de datos

1. Probabilidades

El adulto numeralista debe ser capaz de:

a) Reconocer eventos equiprobables y calcular su probabilidad.
b) Calcular la probabilidad de un subconjunto del espacio muestral: A B, A B.
c) Reconocer que si dos sucesos son independientes, entonces el resultado de uno de ellos no influye en la probabilidad del otro.
d) Estimar aproximadamente la probabilidad de ganar en juegos de azar sencillos.
e) Utilizar adecuadamente la ley de los grandes números en la toma de decisiones en la vida cotidiana.

2. Estadística

El adulto numeralista debe ser capaz de:

a) Analizar e intepretar información estadística, en particular la proveniente de tablas y/o gráficos.
b) Analizar e intepretar información correspondiente a medidas de tendencia central. En particular poder enjuiciar de modo crítico el uso de cualquiera de ellas para sintetizar determinada información.
c) Reconocer la importancia de considerar medidas de dispersión al presentar la información estadística. Poder juzgar críticamente tal tipo de información.
d) Reconocer la importancia de la elección adecuada de una muestra representativa para procesos de inferencia estadística. Juzgar críticamente la información recibida en estos términos.

V. Área de las relaciones

El adulto numeralista debe ser capaz de:

a) Juzgar qué relaciones y qué datos son necesarios para determinar el valor de una variable dada.
b) Establecer relaciones funcionales entre variables, que involucren las operaciones aritméticas: suma, resta, multiplicación y división al nivel detallado en el área de números.
c) Estimar cambios en una variable (discreta, continua, cíclica) en función de cambios en otras.
d) Reconocer que muchas relaciones entre fenómenos pueden modelarse mediante una función matemática. En particular las de proporcionalidad directa e inversa.

La descripción anterior se explica por sí sola en casi su totalidad. Cabe hacer notar que se incluye conocimiento declarativo no correspondiente a la asignatura de matemática en los puntos I.3.(a), III.1.(b), III.1.(c) y III.2.(a). Ello por estimarse que los tres primeros aparecen con frecuencia en los medios de comunicación masiva consultados, además de formar parte de los contenidos mínimos de otras asignaturas, y el último se refiere al uso de las matemáticas como un elemento ordenador del conocimiento histórico.

Una vez delimitado operacionalmente el concepto de numeralismo, se procedió a la construcción de la prueba. Esto se hizo en dos etapas, la primera centrada en la elaboración de los itemes y la segunda en la versión definitiva de la prueba. En lo que sigue se describe primeramente el método seguido en la primera etapa para proseguir luego con la segunda.

Método

1ª Etapa

La elaboración de itemes se hizo de acuerdo a seis criterios referentes a la calidad de ellos y a sus objetivos. Se realizó una aplicación previa en la cual cada ítem se aplicó a 20 alumnos universitarios de carreras del área Científica y a 17 del área de Ciencias Sociales. A cada participante se le solicitó que, además de contestarlo, lo evaluara de acuerdo a una pauta. Se hizo un análisis de resultados, y se calcularon dos índices numéricos para cada pregunta, uno concerniente a grado de dificultad, y el otro a grado de discriminación. Luego de realizar los cambios necesarios para mejorarlos, fueron sometidos al juicio de un grupo de expertos. Cada ítem fue evaluado por 5 jueces, dos de ellos psicólogos, y tres matemáticos. Sus respuestas permitieron la selección de 17 itemes, que forman la versión definitiva de la prueba.

I. Elaboración de los itemes:

Los criterios para construir itemes fueron los siguientes:

Cada ítem debía plantear un problema preciso, formulado sin ambigüedad. Las alternativas debían también estar expresadas de manera clara, de modo que bajo ninguna interpretación plausible de los datos explícitos o implícitos pudiera haber más de, o menos de, una respuesta correcta. Además se evitó cuidadosamente toda expresión que en el uso del lenguaje natural admitiese una interpretación diferente que la asignada en el lenguaje lógico matemático.

El contenido temático de los problemas debía corresponder a situaciones que un adulto efectivamente encuentra en la vida cotidiana, incluyendo allí la recepción de información proveniente de los medios masivos de comunicación.

El contenido matemático de los problemas correspondería estrictamente a los objetivos explicitados en la definición operacional de innumeralismo. En particular la operatoria numérica requerida es la correspondiente al área I.

Los problemas numéricos debían admitir una solución breve, entendiendo por ello un desarrollo de no más de 5 líneas y en ningún caso más de diez. En lo posible debería haber al menos dos maneras diferentes de abordarlos exitosamente. En los casos en que se pidiera estimaciones, las alternativas propuestas deberían ser marcadamente diferentes entre sí. De ese modo, incluso con un amplio margen de error, sólo cabría una respuesta correcta.

Los distractores se eligieron considerando los errores que pueden estar presentes, ya sean de índole conceptual, o de estrategia, o bien operatorios. No se planteó como criterio básico el incluir preguntas para todos y cada uno de los objetivos de la definición de innumeralismo, ya que para algunos no es posible construir itemes claros y de operatoria simple. Es razonable pensar que frente a situaciones relacionadas con ellos, la persona que quiera resolverlas matemáticamente deba invertir algunas horas en su análisis, y esto sobrepasa lo que se puede medir con un instrumento de este tipo. En todo caso la cobertura de objetivos fue del 86%. Siguiendo estas pautas se elaboraron 39 itemes, cada uno con 5 alternativas.

Al momento de la aplicación previa se les solicitó a los participantes que, además de responder las preguntas, evaluaran cada item de acuerdo a su grado de dificultad (Fácil, Mediana dificultad, Difícil), respecto a la claridad de las preguntas y de las alternativas.

Así, a cada ítem se le asoció dos valores numéricos: el índice de dificultad I.D, y el de discriminación I.DS. El primero, índice de dificultad, I.D, es el cuociente entre el número de respuestas correctas y el número total de participantes. Varía entre 0 y 1, mientras menor es su valor numérico, más difícil es el ítem. En el conjunto de itemes esta función tuvo una variación entre 0.08 y 0.87. Indice de discriminación (I.DS): al asignar a cada participante el puntaje correspondiente al número de respuestas correctas que obtuvo en la prueba se determinaron dos grupos: G_S constituido por los participantes ubicados en el percentil 75 o superior, y G_I constituido por los participantes de menor puntaje (percentil 25 o inferior). El índice de discriminación del item es I.DS $= (N_S - N_I) / N_T$ donde N_S y N_I designan el número de respuestas correctas en los grupos G_S y G_I, $N_T = {}^1/_2$ (Número de participantes en ($G_S \approx G_I$)). Aritméticamente I.DS varía entre -1 y 1, los puntajes observados aquí fluctuan entre 0 y 0.84.

II. Análisis de expertos

Cada pregunta fue evaluada por 5 jueces, dos psicólogos y tres matemáticos, a los cuales se les pidió expresar su opinión respecto a los aspectos:

1. Concordancia entre el ítem y el dominio conductual

Frente a cada ítem los jueces indicaron, en relación a la definición operacional de numeralismo cuáles eran los objetivos que medía de manera central y cuáles eran medidos de manera secundaria. Esto fue un importante aporte para la decisión respecto a la inclusión de ellos en la elaboración definitiva de la prueba, así como para el estudio detallado de la medición de las áreas del numeralismo. Cabe señalar que los expertos concuerdan en que cada ítem mide varios objetivos tanto de manera central como secundaria. Esto es lo deseable, pues sólo en los libros de texto existen los problemas especialmente diseñados para evaluar un aprendizaje específico de una fórmula. En la vida diaria cada situación se relaciona con un amplio espectro de habilidades y conocimientos adquiridos.

2. Nivel de discriminación

Los jueces asignaron a cada ítem las categorías DA, DM o DN de acuerdo a las instrucciones siguientes:

DA (discriminación alta): A su juicio el ítem será contestado en general correctamente por personas numeralistas e incorrectamente en general por personas innumeralistas.

DM (discriminación media): A su juicio el rendimiento de ambos grupos en el ítem será menos contrastante que en el caso anterior, pero el grupo numeralista tendrá el mejor rendimiento.

DN (discriminación nula): No se espera diferencias de rendimiento entre el grupo numeralista y el innumeralista. O bien, el numeralista tendrá rendimiento inferior al otro.

Sus respuestas para cada ítem se anotaron en forma de un trío ordenado (A,M,N), donde A, M, N, indican respectivamente el número de expertos que lo ubicaron en la categoría de discriminación alta, media o baja. Los tríos se ordenaron lexicográficamente: $(m, n, p) \bullet (a, b, c)$ si y sólo si $m > a$, o bien $m = a$ y $n < b$, o bien $m = a$ y $n = b$ y $p \bullet c$. Este orden refleja mejor el carácter cualitativo de la ordenación y asigna más importancia relativa a la categoría DA que es la que interesa en la construcción definitiva de la prueba. El ranking de los tríos que efectivamente aparecieron es el siguiente:

1. (4,1,0)	2. (4,0,1)	3. (3,2,0)	4. (3,1,1)
5. (3,1,0)	6. (2,3,0)	7. (2,2,1)	8. (1,4,0)
9. (1,3,1)			

De acuerdo a ello los itemes se clasificaron en:

Discriminación elevada: 3 o más jueces concuerdan en asignarle la categoría DA. Equivalentemente, el trío ordenado correspondiente tiene número de orden entre 1 y 5.

Discriminación aceptable: No hay tres jueces que lo clasifiquen como DA, pero al menos 4 lo consideran DM o superior. Equivalentemente, su número de orden está entre 6 y 9.

Finalmente se les pidió que juzgaran la construcción de cada ítem en relación a la claridad de la pregunta y la adecuación de las alternativas. Si bien casi todos los itemes fueron bien evaluados desde este punto de vista, algunos jueces plantearon sugerencias en cuanto a la redacción de determinadas preguntas o alternativas.

III. Construcción de la versión definitiva

Para la versión definitiva de la prueba se decidió incluir no menos de doce itemes y no más de 18. Esto se justifica porque en las aplicaciones previas quedó en claro, en todos los grupos, que cada ítem requería en promedio tres minutos de trabajo, y que los participantes mantenían el interés por un lapso de 45 a 60 minutos. El criterio central para la elección de itemes fue que la batería cubriese en la forma más completa posible los objetivos descritos en la definición operacional de numeralismo. Por otra parte se buscó que la mayoría de los itemes fuesen de dificultad media, y de discriminación elevada. Con estos parámetros se escogieron finalmente 17 problemas.

Para confeccionar el Cuadernillo de preguntas se colocó como primer problema uno de nivel de dificultad baja, y como último problema uno que no requería de operatoria aritmética alguna. Los restantes se distribuyeron al azar mediante una tabla de números aleatorios. La Hoja de Respuestas lleva junto a cada número de pregunta una palabra referida al contenido del enunciado y que sirve para identificarlo, minimizando de ese modo la posibilidad de error.

De los 43 objetivos específicos que contempla la definición de innumeralismo los itemes elegidos cubren el 70%; y el 42% de estos son medidos por al menos tres itemes. La Tabla 1 muestra la cobertura por áreas.

Tabla 1
Cobertura de las áreas que definen el numeralismo

Area	Números	Espacio	Medición	Proba-bilidad	Relaciones
Nº de itemes	12 (71%)	3 (18%)	8 (47%)	6 (35%)	11 (65%)

2ª Etapa

Se aplicó la prueba a un grupo de 160 participantes, estudiantes universitarios de primer año de la Universidad Católica de Chile y de la Universidad de la Frontera. Se analizó cada ítem por separado determinando nuevamente los índices I.D así como I.DS, y se definió un concepto nuevo, su complejidad matemática. Luego se calculó la confiabilidad de la prueba mediante el índice de Huynh (Subkoviak, 1980). Finalmente se analizó la validez de la prueba, y relacionado con ello se estudió la forma en que mide cada una de las áreas del numeralismo.

Puesto que la población objetivo a la que está dirigida la prueba es el grupo adulto que ha concluido con éxito el proceso de escolaridad y por tanto está en posesión del conjunto de conocimientos que la sociedad estima necesarios para enfrentar adecuadamente las exigencias de la cultura, se consideró que los alumnos de primer año universitario constituían una muestra adecuada. Para asegurar una mayor representatividad se tomó un grupo de la Pontificia Universidad Católica de Chile (Santiago), y otro de la Universidad de la Frontera (Temuco), en ambos casos se eligieron alumnos tanto del área científica como del área social. La Tabla 2 muestra la composición de la muestra. Las pruebas fueron aplicadas en el mismo período de tiempo (octubre y noviembre de 1998), en forma colectiva.

Tabla 2
Composición de la muestra. Totales

	Mujeres	Hombres	Totales	P.U.C.	UFRO	Totales
Científico	19	80	99	39	60	99
Sociales	51	10	61	43	18	61
Totales	70	90	160	82	78	160

Como es esperable el 95,6 % del grupo está en el rango de edad de 18 a 22 años.

I. Análisis de los itemes:

En la Tabla 3 se observa que todas las alternativas funcionan adecuadamente como distractores.

Se calcularon nuevamente los índices de dificultad I.D y de discriminación I.DS de cada ítem. Los resultados globales se indican en la Tabla 4.

Se observa que los itemes son todos de mediana dificultad, tres de ellos (18 %) tienen un grado de dificultad igual o superior a 0.66, once (65%) están entre 0.33 y 0.65 y los restantes varían entre 0.26 y 0.32. La discriminación es alta en general, sólo tres itemes están en la categoría de discriminación media 0.20 a 0.39, y el I.DS de los restantes es superior a 0.44.

Se realizó también un análisis del grado de dificultad general. En el total de respuestas a los 17 itemes se contabilizan 1226 respuestas correctas y 1494 respuestas erróneas (incluyendo aquí las no contestadas); eso corresponde a un I.D de 0.45. Para cada área se consideró aquellos itemes que la medían de manera central, y el porcentaje total de respuestas correctas a ellos; obteniéndose para Números un I.D de 0.46, para Espacio de 0.38, para Medición de 0.45, para Probabilidades de 0.37 y para Relaciones de 0.43.

Tabla 3
Elección de alternativas por item

Alternativa	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17
A	3	63	58	26	9	**70**	11	36	12	**55**	11	41	**55**	15	**80**	7	14
B	13	**55**	24	**105**	**60**	7	8	**70**	74	30	**89**	19	20	18	32	8	40
C	**118**	17	**69**	22	40	41	24	25	**51**	45	22	38	31	**78**	24	64	52
D	23	6	6	7	33	28	**111**	15	17	21	10	**42**	48	38	9	**73**	**45**
NC	3	19	3	0	18	14	6	14	6	9	28	20	6	11	15	8	9

Tabla 4
Índices de dificultad y de discriminación por item

Item	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
I.D	0.74	0.34	0.43	0.66	0.38	0.44	0.69	0.44	0.32	0.34	0.56	0.26	0.34	0.49	0.50	0.46	0.28
I.DS	0.44	0.44	0.39	0.68	0.59	0.39	0.68	0.54	0.68	0.63	0.63	0.29	0.44	0.63	0.68	0.54	0.44

Tabla 5
Distribución de los puntajes en el grupo total

Puntaje	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Frecuencia	4	7	9	11	19	27	25	19	18	11	4	2	3	1

El promedio de la distribución es 7.66; su desviación standard es s = 2.64.

Los itemes tienen baja correlación entre sí; de los 120 coeficientes rho de Pearson, sólo 17 son significativos al nivel 0.10. El mayor es, como era esperable, entre los itemes 16 y 17 (0.52, significativo al nivel 0.0001), luego se tiene 0.23 entre los itemes 8 y 11 (significativo al nivel 0.004). Los demás fluctuan entre -0.2 y 0.2.

II. Complejidad de los itemes

En aquellos problemas en que hay una función matemática que expresa la incógnita, designada por x, en términos de las variables independientes $z_1, z_2, \ldots, z_n$ (los datos), se determinará la complejidad matemática de un problema en términos de las tres afirmaciones siguientes:

La relación funcional $x = F(z_1, z_2, \ldots, z_n)$ aparece directamente en el enunciado del problema.

La relación $x = F(z_1, z_2, \ldots, z_n)$ es lineal, es decir $x = a_1 z_1 + a_2 z_2 + \ldots + a_n z_n$, siendo $a_1, a_2, \ldots, a_n$ números reales.

Los datos $z_1, z_2, \ldots, z_n$ están dados de manera explícita en el enunciado.

Los itemes se clasifican entonces como:

Simples, si al menos dos condiciones se cumplen: Itemes 1, 4, y 7.

De mediana complejidad, si se cumple una sola condición: Itemes 2, 5, 9, 10 y 11.

De complejidad alta, si ninguna condición se cumple: Itemes 8, 13 y 14.

Al comparar esta clasificación con el índice de dificultad I.D se observa que los tres itemes simples son exactamente los tres que tienen un I.D mayor o igual a 0.66. Es decir dos tercios o más de los participantes los contestan correctamente. Los itemes en las otras dos categorías tienen un índice de dificultad entre 0.32 y 0.56, pero dentro de estos parámetros no hay correlación significativa entre la complejidad y el I.D Por tanto, cuando el problema requiere de un nivel más alto de organización de las variables y datos, el éxito es, (salvo un caso), menor al 50%, pero no depende directamente de la complejidad matemática del problema. Posiblemente en esos casos se utilizan otras heurísticas para resolver el problema.

III. Confiabilidad de la prueba

En la teoría de la medición referida a criterio se han desarrollado índices de confiabilidad adecuados a estas pruebas; entre ellos (Subkoviak, 1980) el de Swaminathan-Hambleton-Algina, el de Huynh, el de Subkoviak, el de Marshall-Haertel así como el índice de Brennan. De acuerdo al análisis comparativo entre ellos realizado por M. J. Subkoviak, se prefirió el índice de Huynh por no requerir de formas paralelas y dar un estimador con mínima desviación standard del error.

Calculando el índice de Huynh, con un puntaje de corte c = 12, que equivale a considerar expertos a quienes contestan correctamente más de las dos terceras partes de las preguntas se obtuvo $p_0 = 0.88$, lo que es satisfactorio.

Validez y Medición de las Áreas de Numeralismo

El juicio experto da validez de contenido a los itemes de la prueba. Se afirma que ese es el único criterio de validación posible de obtener en el estado actual del conocimiento en este tema. En efecto cualquier otro índice de validez implica el poder determinar, con criterio independiente, un grupo de participantes numeralistas y uno no numeralista. O bien, medir el grupo, someterlo a instrucción específica, para luego aplicar otra medición con la misma prueba o una versión paralela. En la literatura no existe ninguna referencia a que la presencia de determinadas características, del tipo que sean, permita asegurar que la persona o el grupo sea numeralista; más bien el énfasis se pone en demostrar cuán innumeralista es el sujeto medio. La existencia de un criterio independiente queda así como una pregunta cuya respuesta no parece ser simple. Por otra parte, diseñar programas instruccionales para remediar deficiencias numeralistas es también una tarea que sobrepasa los objetivos de este trabajo; con mayor razón aplicarlos y efectuar las mediciones pre y post instrucción. Es probable también que por la complejidad factorial del numeralismo, sea más adecuado diseñar criterios de validación por áreas. Este tema se deja por tanto abierto a investigaciones posteriores.

A partir de las respuestas de los expertos relacionadas con la validez de contenido de los itemes se estudió la forma específica en que la prueba mide el innumeralismo.

I. Área de los números

I.1. Operatoria: Es interesante destacar que un 29 % de los itemes de la prueba no requieren de ningún cálculo numérico, y los restantes en general involucran únicamente las cuatro operaciones aritméticas con números enteros. Sólo en tres de ellos se necesitaría trabajar con fracciones o decimales. Es decir, el conocimiento de la operatoria necesaria para resolver la prueba debe, según los Planes y Programas de la Educación Básica en Chile, haberse logrado al nivel del 6º Año Básico. Cabe notar que si bien la proficiencia en la operatoria no asegura el éxito, fallas graves en ella implicarán un puntaje bajo.

I.2. Porcentajes: Hay 5 itemes que están destinados a evaluar la destreza en el manejo de los porcentajes. En todos se requiere discriminar claramente los tres elementos centrales a, b y c en fórmulas del tipo "el a % de b es c", y trabajar aritméticamente con ellos; pero en particular el problema número 10 requiere marcado dominio de estas habilidades. Dos itemes centran su dificultad en la comparación de porcentajes, ya que la no consideración de las bases es uno de los errores frecuentes en esta área.

Las habilidades para resolver estos 5 problemas constituyen el núcleo de un aspecto fácilmente reconocido como central en la destreza numeralista. Planteado en la manera más amplia y general: cuando una persona se enfrenta a una situación donde es clave realizar una comparación, debe ser capaz de reconocer las relaciones entre los elementos involucrados, identificarlas como un problema de proporciones y/o porcentajes, determinar las fórmulas que ligan los datos e incógnitas, realizar los cálculos aritméticos necesarios y finalmente interpretar el resultado numérico en función del problema original.

I.3. Estimación: Lo que se evalúa aquí es el grado en que la persona reconoce, recuerda e interpreta su entorno en términos de una dimensión numérica. Hay 5 itemes que se refieren centralmente a esta subárea, en tres de ellos el énfasis está en la estimación de datos externos, también en tres es clave la estimación de magnitudes referidas a su propio cuerpo.

Fallas en esta área son fomentadas por la cultura, la información se transmite generalmente en medios de comunicación y/o textos de estudio de manera anumérica, y cuando se incorpora esta dimensión lo es en forma disociada y no asociada. Así por ejemplo, decir que el Gobierno entregará $20000000000 al Crédito Fiscal Universitario no aclara nada si no se conoce el número de estudiantes que lo solicitaron y no lo obtuvieron. Estas son las preguntas que tienen más alto índice de discriminación; marcan a los buenos numeralistas en tanto en cuanto han desarrollado esta habilidad sin apoyo del medio, contra el sentir general insisten en que la información numérica ayuda a la comprensión y evaluación de las situaciones cotidianas.

II. Espacio

II.1. Áreas: Hay 3 itemes que se relacionan con esta dimensión de manera central; son variaciones de la idea de llenar un espacio con algo. Dos de ellos, uno más cercano al cálculo y el otro a la estimación, se refieren al número de personas que se pueden congregar en un lugar. El tercero es prototipo de los problemas de recubrimiento: una superficie (terraza, pared, piso) debe cubrirse con un material apropiado (baldosas, papel mural, azulejos, cerámica). La solución no sólo exige cálculo de áreas sino que debe incorporar las restricciones dadas por las dimensiones fijas del material de revestimiento.

Estos problemas tienen un mayor grado de dificultad que el resto, en promedio son resueltos correctamente por el 38 % de los participantes.

III. Medición

III.1. Objetos: En los 8 itemes que corresponden a esta subárea se le pide al participante conocer los sistemas de medición de longitudes, áreas, volúmenes y pesos, además del sistema monetario nacional y la forma de medir el fenómeno de la inflación. Este conocimiento básico debe luego incorporarse al proceso de resolución del problema de medición que consiste en un cálculo directo, aunque no necesariamente sencillo, a partir, o bien de los datos entregados, o bien de algunos valores estimados previamente. También puede requerir un juicio crítico sobre la información entregada.

III. 2. Tiempo: Tres de los cuatro itemes se relacionan directamente con el conocimiento cabal de las unidades de medición del tiempo y el sistema modular que corresponde a cada uno: módulo 7 para los días de la semana, módulo 60 para los segundos y minutos, 24 para las horas, etc. El cuarto requiere ordenar 6 personajes importantes de la historia universal en sucesión temporal, de modo de establecer si el conocimiento de ellos y su momento histórico está asociado a la ubicación en los siglos respectivos.

IV. Área de la probabilidad y análisis de datos.

IV.1. Probabilidades: Los dos itemes en este rubro, 16 y 17, están estrechamente relacionados entre sí, pues el segundo pide precisar la razón de la respuesta al primero. Fundamentalmente miden la aplicación de dos conceptos básicos en teoría de probabilidades: sucesos equiprobables y sucesos independientes. Como se verá más adelante, la relación entre las respuestas a ambos itemes confirma que los errores en esta área se explican mejor desde el ángulo de la irracionalidad.

IV.2. Estadística: En esta subárea se encuentran 4 itemes; en ellos se coloca el acento en la evaluación y juicio crítico de la información recibida, ya sea referente a muestra representativa, a medidas de tendencia central en relación a la dispersión de datos, a índices económicos y a información sobre tasas de variación.

V. Relaciones: Como se detalló al plantear la definición operacional de innumeralismo, todo problema implica siempre establecer relaciones entre variables. Se decidió entonces no incluir en los objetivos (a) y (b) los itemes que fueron clasificados como simples, es decir los de baja complejidad. Además el objetivo (d) se considerará como no medido, ya que no hay evidencia directa alguna del grado de sofisticación matemática al cual fueron planteadas las relaciones.

Perfiles de innumeralismo. El índice P.I.

Por la variedad de sus itemes, la prueba permite determinar la proficiencia en cada una de las cinco áreas indicadas. Pero como cada pregunta está asociada con más de un área, no es claro frente al fracaso cuál fue exactamente la causa del error. Por eso se postula que sólo una falla masiva en preguntas de un tipo indica con claridad una deficiencia específica en esa área, y hace aconsejable una acción remedial. Se propone entonces el siguiente criterio: los itemes correspondientes a cada área se ponderan por 1 si miden de manera central alguno de sus objetivos, y por 0.5 si sólo miden un objetivo de ella, y eso de manera secundaria. El criterio para determinar la carencia de habilidad en el área es el hecho de contestar correctamente menos del 40% de las preguntas correspondientes (con la ponderación indicada). Eso significa obtener menos de 5 puntos en el área de Números, menos de 2 en Espacio, menos de 4 en Medición, menos de 3 en Probabilidades y menos de 4 en Relaciones.

Definición y cálculo del índice P.I. (perfil de innumeralismo)

El índice es un quíntuple ordenado P.I. = (n, e, m, p, r) donde las letras representan las cinco áreas: números, espacio, medición, probabilidades y relaciones. Su cálculo es el siguiente:

Para k = 1, 2,..., 17 se da el puntaje $p_k = 1$ si el participante contesta correctamente el problema k, y $p_k = 0$ en caso contrario. Luego se obtiene la proporción de respuestas correctas por área:

$$n = (p_1 + p_2 + p_4 + p_5 + p_7 + p_8 + p_9 + p_{10} + p_{12} + p_{13} + p_{14} + p_{15}) / 12$$
$$e = (p_2 + p_9 + p_{14} + 0{,}5\, p_{15}) / 3{,}5$$
$$m = (0{,}5\, p_2 + p_5 + p_6 + p_7 + p_9 + p_{11} + p_{12} + 0{,}5\, p_{13} + p_{14} + p_{15}) / 9$$
$$p = (p_3 + p_8 + p_{10} + p_{12} + p_{16} + p_{17}) / 6$$
$$r = (p_2 + p_3 + p_5 + p_8 + p_9 + p_{10} + p_{11} + p_{13} + p_{14}) / 9$$

Se interpreta este índice como indicador de carencia en cada área en que el puntaje es inferior a 0.4.

Ejemplo: Un participante contesta correctamente las preguntas P1, P4, P6, P7, P8, P9, P11, P12 y P15 obteniendo un puntaje total de 9 puntos. Su P.I. es (0.58; 0.43; 0.67; 0.33; 0.33), eso indica necesidad de apoyo pedagógico en las áreas de probabilidad y de relaciones, que son muy deficitarias. Cabe hacer notar que en función de un criterio estricto de numeralismo, el participante solamente se desenvuelve bien en el área de la medición, pero sus puntajes en las áreas de números y espacio no son tan bajos como para asumir con certeza una deficiencia específica en esas áreas.

Discusión y Conclusiones

La construcción de este instrumento es un primer paso hacia la evaluación del numeralismo en la sociedad chilena. Paralelamente, los resultados obtenidos por las personas a las que se les aplicó la prueba durante el proceso de su elaboración señalan de manera clara varias hipótesis sobre la presencia y características de este fenómeno en la población, que constituyen temas relevantes de investigación.

En efecto los participantes son alumnos que están en el grupo de los mejores de su promoción y por tanto entre los mejores de la población objetivo: los adultos con escolaridad media completada exitosamente. En efecto, obtuvieron en la Prueba de Aptitud Académica un alto puntaje, ingresaron a la Universidad, y su permanencia en ella a la fecha de la evaluación indica que no habían fracasado en el primer año de estudios. Por tanto llama la atención, al analizar sus resultados, el bajo promedio de respuestas correctas, = 7.66, (desviación standard s= 2.64). Se ha definido como numeralista al participante que obtenga un puntaje igual o superior a 2/3 del número total de itemes, es decir a quien tenga al menos 12 respuestas correctas. El promedio del grupo está significativamente lejos de esa marca, y más aún, sólo 10 personas, es decir un 6.25%, la alcanzan. Además, al evaluar el perfil de innumeralismo del grupo estudiado se observa que únicamente 27 participantes (17%) no presentan deficiencias en ninguna área, en tanto que 65 participantes (41%) tienen deficiencias en 3 o más de ellas. Luego la primera y más relevante hipótesis es:

H.1. *El sistema educacional chileno no tiene éxito en preparar adultos numeralistas.*

De ser así, ello implicaría que el innumeralismo es una característica de nuestra sociedad, y eso se relaciona bien con la ausencia y/o bajísimo nivel de los mensajes numéricos en los medios de comunicación; no se espera que el adulto medio entienda ese tipo de argumentos, y por ello el profesional de la comunicación, aún suponiendo que tenga las destrezas numeralistas, evita tales mensajes.

Por otra parte, dentro de este cuadro general de innumeralismo del grupo al que se aplicó la prueba, era esperable encontrar diferencias según las características de los subgrupos. Se compararán algunos de ellos:

a) Alumnos del área científica y alumnos de carreras correspondientes a ciencias sociales

En la prueba global, los estudiantes del área científica obtienen un promedio de 7.89 y los de ciencias sociales un promedio de 7.3. La diferencia no es significativa estadísticamente.

Parecería razonable que, por la variedad de habilidades que mide la prueba, los puntajes de uno y otro grupo correspondieran a una composición diferente; por ejemplo, que el primer grupo fuese más experto en calcular, y el segundo en estimar. Pero al agrupar los itemes por áreas, el análisis de la varianza indica una diferencia significativa entre las medias de los puntajes sólo en el caso de Relaciones ($F = 6.36$ $Pr > F = 0.013$). Como la media del grupo científico es 3.91 y la del grupo de ciencias sociales es de 3.20 en un total de 11 itemes, esta diferencia es realmente mínima. Extrapolando estos resultados se plantea la conjetura:

H.2.1 *El numeralismo no está asociado a la formación científica o formación en ciencias sociales. No hay diferencias de grado en estos grupos en ninguna de las áreas que conforman la destreza numeralista.*

b) Alumnos de la P. Universidad Católica de Chile y de la Universidad de la Frontera

El promedio de los puntajes de los alumnos de la P.U.C fue de 8.05 y el de los alumnos de la UFRO fue de 7.26. La diferencia no es estadísticamente significativa. El análisis de la varianza indica que no hay diferencias en el grado de numeralismo en relación a ninguna de las áreas.

No es claro cuáles son exactamente las diferencias entre las poblaciones de las cuales estos dos grupos son una muestra, por tanto sólo se extrapolará a la conjetura siguiente:

H.2.2 *El nivel de numeralismo de estudiantes universitarios es el mismo, independiente de la Universidad en la cual estudien. No hay diferencias de grado en estos grupos en ninguna de las áreas que conforman la destreza numeralista.*

c) Hombres y mujeres

El promedio de puntajes de los estudiantes varones fue de 8.03 y de las mujeres, de 7.19. La diferencia de 0.84 no es significativa. Tampoco hay diferencias de grado en ninguna de las cinco áreas consideradas. Esto da lugar a la siguiente extrapolación:

H.2.3 *El nivel de numeralismo de estudiantes universitarios es el mismo, independiente de su sexo. No hay diferencias de grado en estos grupos en ninguna de las áreas que conforman la destreza numeralista.*

Estos resultados son sorprendentes. Sucede a veces al medir una variedad de rasgos que tienen correlaciones bajas entre sí que grupos heterogéneos tengan el mismo puntaje final, pero que ese puntaje se conforma de manera distinta en cada grupo. No es ese el caso, como ya se analizó. Por otra parte, parecían haber razones fuertes para suponer un grupo mejor que el otro: los estudiantes con buen desarrollo de las capacidades lógico-matemáticas en el sentido de Gardner (1997) se orientan a las áreas científicas desde la Educación Media, y reciben allí una enseñanza más completa de matemáticas; los alumnos de la P.U.C. tenían puntaje de ingreso a la Universidad claramente superior a los estudiantes de la UFRO; desde el punto de vista del género, la habilidad matemática es más valorada en el hombre que en la mujer, y por tanto se estimula su desarrollo en ellos más que en ellas.

Si bien el numeralismo abarca diferentes áreas, y los itemes que las miden no están correlacionados, o lo están en muy bajo grado, se conjeturó que podría haber un conjunto pequeño de preguntas que respondiera a destrezas muy básicas, y que el mal rendimiento en ellas se correlacionara significativamente con el puntaje total. Considerando la definición de complejidad matemática se eligieron los itemes clasificados como simples, es decir el 1, 4 y 7, que tienen concordantemente un ID > 0.6. La correlación entre el puntaje obtenido entre ellos (0 - 3) y el puntaje total de la prueba, medida por el coeficiente de correlación de Pearson fue de 0.52 que es significativo al nivel del 0.0001. La media de los puntajes del grupo que fracasó en dos o más de ellos es de 5.39, y la del resto es de 8.37. La diferencia es significativa estadísticamente y es claramente una diferencia de grado de innumeralismo (F=47.56; Pr > F=0.0001). Luego se plantea como última hipótesis:

H.3. *El fracaso en resolver problemas de baja complejidad matemática (datos en el enunciado, relación entre los datos y la incógnita de tipo lineal y expresada en el enunciado) se correlaciona significativamente con el innumeralismo.*

Dicho de otro modo, el grupo que no logra resolver estos problemas es básicamente el mismo que el que obtiene bajos puntajes en la prueba. Pero nuevamente llama la atención que esta deficiencia se presente en un conjunto de alumnos que corresponden a los que han tenido los rendimientos más altos dentro de su promoción.

Por ello parece una tarea urgente la investigación de las características que presenta el innumeralismo en nuestros estudiantes, así como el diseño de acciones remediales adecuadas.

Referencias

Asimov, I. (1988). *De los números y su historia.* Buenos Aires: Ediciones Lidiun.

Brown, N. & Siegler, R. (1993). Metrics ans Mappings: A framework for understanding real-world quantitative estimation. *Psychological Review, 100* (3), 511-534.

Curry, D., Schmitt, M.J. & Waldron, S. (1996). *A framework for adult numeracy standards.* The Adults Numeracy Practitioners Network. System Reform Planning Project.

Gal, I. (1995). *Big picture. What does numeracy mean.* Documento disponible en línea: www.forum.swarthmore.edu/teachers/adult.edu

Gardner, H. (1997). *Estructuras de la mente.* México: Fondo de Cultura Económica.

Gardner, H. (1996). *La mente no escolarizada.* Barcelona: Paidós.

Gardner, M. (1981). *Carnaval matemático.* Madrid. Alianza Editorial.

Ginsburg, I., Gal, I. & Schuh, A. (1995). *What does 100% juice mean? Exploring adult learners' informal knowledge of percent.* (Tech. Rep. Nº TR 95-06) Philadelphia: University of Pennsylvania. National Center on Adult Literacy.

Hardin, G. (1985). Filters against folly. En C. Anesi, (1997), *Irrationality pit.* Documento disponible en línea: www.anesi.com

Johnson-Laird, P. N., Girotto, V., Legrenzi, P., Legrenzi, M. S. & Caverni, J. (1999). Naive probability: A mental model theory of extensional reasoning. *Psychological Review, 100* (1), 62-88.

Kahneman, D. & Tversky, A. (1996). On the reality of cognitive illusions. *Psychological Review, 103,* 582-591.

Kerka, S. (1995). *Not just a number: Critical numeracy for adults.* Documento disponible en línea: www.ericacve.org/docs/numeracy.htm

Lakoff, G. (1990). *Women, fire, and dangerous things.* Chicago: The University of Chicago Press.

Larson, L.C. (1990). *Problem-solving through problems.* New York: Springer Verlag.

Morgan, J.P. (1999). *Graduate numeracy skill tests.* Documento disponible en línea: www.jpmorgan.com/CorpInfo/Careers/BAEurope/gradtest/mainframe

Ochsenius, H. (1999). *Diseño y elaboración de un instrumento para evaluar innumeralismo en adultos.* Tesis presentada a la Escuela de Psicología de la Pontificia Universidad Católica de Chile para optar al Grado Académico de Magister.

Paulos, J. A. (1990). *El hombre anumérico.* España: Tusquets Editores.

Paulos, J. A. (1992). *Beyond numeracy.* New York: Vintage Books.

Paulos, J. A. (1996). *A mathematician reads the newspaper.* New York: Doubleday.

Pollak,H. (1997). Why numbers count. Documento disponible en línea: *www.stolaf.edu*

Ministerio de Educación. República de Chile (1996). *Objetivos fundamentales y contenidos mínimos obligatorios de la Educación Básica Chilena. Decreto Nº 40.* Santiago: Autor.

Ministerio de Educación. República de Chile (1998). *Objetivos fundamentales y contenidos mínimos obligatorios de la Educación Media. Decreto Nº 220.* Santiago: Autor.

Reeves, H. (1994). *Numeracy.* Tasmania: Department of Education and the Arts.

Senechal, M. (1994). Shape. En L.Steen (Ed.), *On the shoulders of giants* (p.139-181). Washington: New Academy Press.

Stein, S. K. (1996). *Strength in numbers.* New York: John Wiley and Sons.

Subkoviak, M. J. (1980). Decision-consistency approaches. En R. Berk (Ed.), *Criterion referenced measurement: The state of the art.* Baltimore: The John Hopkins University Press.

Vygotsky, L. S. (1975). *Thought and language.* Massachusetts: The M.I.T. Press.