



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

**CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y
AGROPECUARIAS
CENTRO DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES EN
COMPORTAMIENTO**

LA IDENTIFICACIÓN DE UN HECHO CIENTÍFICO: UN CASO DE AJUSTE CATEGORIAL POR ACEPTACIÓN

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIA DEL
COMPORTAMIENTO: OPCIÓN ANÁLISIS DE LA CONDUCTA**

PRESENTA:

CLAUDIA MARGARITA NAVARRO SANDOVAL

DIRECTOR:

DRA. MARÍA ANTONIA PADILLA VARGAS

CO-DIRECTOR

DR. GERARDO ALFONSO ORTIZ RUEDA

A quien todo lo debo y es el sentido de mi ser.

A Pablo, por ser la alegría de mi vida.

A mis padres y hermanos por forjar en mí las bases para ser la persona que soy ahora.

A mi mejor amigo, porque su amistad fue un motor para el desarrollo de este trabajo.

A mis amigas, Ana, Dulce y Eli, quienes con su amistad me dieron la alegría necesaria

para perseverar en esta ardua tarea.

Agradecimientos

Este trabajo no hubiera sido posible sin las valiosas contribuciones de la Dra. Ma. Antonia Padilla y el Dr. Gerardo Ortiz, quienes me animaron y me apoyaron a concluirlo. Gracias por su perseverancia y paciencia.

Al Dr. Ricardo Pérez-Almonacid, por brindarme su asesoría y apoyo en un momento crucial en el desarrollo de este trabajo. Gracias.

Al CONACYT por el apoyo otorgado con la beca 205137 para realizar mis estudios de posgrado.

Resumen

En esta tesis se plantea que la identificación de hechos científicos se puede concebir como una categorización de los eventos bajo un criterio científico, la cual se da gracias a la abstracción de las propiedades relevantes de los eventos de la realidad. Esta categorización implica el reconocimiento de las propiedades que son relevantes en los eventos del mundo que se estudia, en la medida en que las categorías teóricas las delimitan como pertinentes. En este sentido, se concibió que la identificación de hechos científicos puede ser estudiada en términos de un ajuste categorial, ya que implica el ejercicio de prácticas bajo categorías que delimitan su pertinencia. Ribes (2006) propone cinco formas en que se puede dar el ajuste a categorías; el primero de ellos es el *ajuste por aceptación*, el cual involucra el reconocimiento de los límites categoriales bajo los cuales el comportamiento del individuo es pertinente; estos límites, a manera de categorías teóricas, definen y delimitan las propiedades relevantes de los eventos que son interpretados como hechos científicos. Bajo estos supuestos se planteó el cuestionamiento de evaluar las variables que promueven la identificación de hechos como un ajuste categorial por aceptación.

En tareas de igualación de la muestra se ha observado que distintos entrenamientos en que se manipula el tipo de ejecución del sujeto (i.e. instrumental vs. observacional) y las variables verbales a manera de descripciones de dicha ejecución, juegan un papel importante en la identificación de las propiedades relevantes y de los criterios en una situación, por lo que se planteó como objetivo de esta tesis, *evaluar los efectos de diferentes tipos de entrenamiento en la agrupación de distintos eventos bajo un mismo criterio definido teóricamente*. Para ello, se diseñó una tarea de categorización en la que se consideró que los criterios pueden delimitar propiedades cuya identificación implica para el individuo un mayor nivel de complejidad (e.g. Varela & Quintana, 1995) por lo que la tarea

fue diseñada para exponer a los participantes a diferentes fases de entrenamiento en las que debía identificar distintos criterios de menor a mayor complejidad bajo el supuesto de que le sería más fácil identificar criterios que delimitaran propiedades absolutas (i.e. color), que aquellas delimitadas por los criterios científicos (i.e. propiedades abstractas que definen un hecho científico). Con esta metodología se pretendió evaluar la pertinencia de entrenar la identificación de criterios de forma gradual.

Los resultados mostraron que ningún tipo de entrenamiento fue eficaz para que los sujetos alcanzaran el criterio de ajuste esperado (.80), sin embargo, todos lograron mejorar en cierto grado el desempeño de los sujetos de la pre y la postprueba. Así mismo, se encontró que los distintos tipos de entrenamiento promovieron la emergencia de descripciones en la postprueba en términos distintos a los empleados durante la preprueba. Los resultados se analizan en función de los efectos de cada tipo de entrenamiento en el ajuste a lo largo de las sesiones de entrenamiento y pruebas, así como en las descripciones elaboradas. Se discute la pertinencia de la metodología empleada para analizar la identificación de hechos científicos como un ajuste categorial así como las propuestas metodológicas derivadas de ello.

ÍNDICE

Resumen.....	4
I. Planteamiento Teórico.....	7
I.1. Aproximaciones al estudio del cambio conceptual.....	8
I.2. La identificación de hechos científicos.....	14
I.3. El estudio de la identificación de un hecho científico como un ajuste categorial.....	18
II. Propuesta experimental.....	31
II.1 Método.....	34
Participantes.....	34
Materiales.....	34
Escenario.....	35
Diseño.....	35
Tarea experimental.....	36
Procedimiento.....	39
Análisis de datos.....	58
III. Resultados.....	64
IV. Discusión.....	77
Referencias.....	93
Anexos.....	101

Capítulo I

Planteamiento teórico

En el ámbito de estudio de la práctica científica y su enseñanza, se han desarrollado distintas vertientes de investigación entre las que destaca el análisis de las variables implicadas en la aceptación y uso de los conceptos científicos (e.g. Özdemir & Clark, 2007; Vosniadou, 2007). Dicha área es un tema relevante de análisis si se considera que es uno de los primeros pasos que debe cubrir un investigador en formación, ya que para que un aprendiz interactúe con la realidad de investigación bajo criterios de la disciplina que ejercita, es necesario que identifique y acepte los hechos relevantes que constituyen su materia de estudio (e.g. Díaz, Calzadilla & López, 2004; Ribes, Moreno & Padilla, 1996).

Se han planteado varias concepciones acerca de los hechos científicos, entre las que destacan aquellas que los definen como algo que está dado en la realidad y que el sujeto es capaz de percibir (i.e. objetos, fenómenos, acontecimientos, procesos) (Díaz, Calzadilla & López, 2004) y aquellas que consideran que no son cosas que se ofrecen directamente en la realidad (Fleck, 1986), sino que constituyen aquellas condiciones que una materia debe cumplir para ser calificada como tratable e inteligible a través de los criterios de una determinada teoría (Hanson, 1985).

Bajo esta última perspectiva, la identificación de hechos científicos ha sido planteada en el Modelo de la Práctica Científica Individual (MPCI) (Ribes, Moreno y Padilla, 1996) como la especificación de las abstracciones empíricas que limitan el conjunto de fenómenos y elementos constituyentes que se estudian en la realidad, generando así las representaciones teóricas de eventos, cosas y acciones que constituyen los hechos (e.g. Ribes, 2004). En otras palabras, la identificación de hechos dentro de una

disciplina científica consiste en la abstracción de los elementos relevantes de la realidad que se estudia, abstracción que se lleva a cabo con base en los *criterios* de la teoría; con ello, tiene que ver con el reconocimiento de aquellos eventos de la realidad que conforman el mundo de estudio, con base en criterios teóricos de una disciplina científica determinada (Ribes, 2004; Ribes, Moreno y Padilla, 1996).

En la literatura revisada no se encontraron estudios que analizaran el fenómeno de la identificación de hechos como tal, aunque sí diversas investigaciones en las que se estudia el proceso de cómo los individuos logran identificar la realidad bajo los criterios y conceptos teóricos de la disciplina en la que se les está entrenando (e.g. Bryce & MacMillan, 2005; Fortes & Lomnitz, 1991; Lindell, 2004; Oliva, 2003; She, 2002; Vosniadou, 2007), lo que constituye en sí la identificación de un hecho científico. Estas investigaciones se ubican en el estudio del fenómeno conocido como *cambio conceptual*¹, el cual hace referencia al cambio de criterios para estudiar y entender el mundo, lo cual es necesario para que el individuo vea la realidad de análisis con los criterios y conceptos de la ciencia. A continuación se describen las principales posturas y hallazgos de estas líneas de investigación, para posteriormente presentar una propuesta de análisis y estudio del fenómeno de la identificación de hechos científicos.

I.1. Aproximaciones al estudio del cambio conceptual

Uno de los acercamientos al estudio de este fenómeno analiza el cambio conceptual que se da al interior del modo de conocimiento científico. En este tipo de aproximación, se estudia

¹ En la literatura tradicional, el cambio de criterios para identificar el mundo es concebido como un cambio *conceptual*; sin embargo, en el presente trabajo se considera que ello debería denominarse cambio categorial, dado que, desde una postura interconductual (en la cual se basa esta tesis), para adquirir y usar un concepto de manera pertinente lo que se requiere es que cambien los criterios a los que el individuo debe ajustarse dado el dominio en el que se desenvuelva, por lo que únicamente se empleará el término de cambio conceptual con fines expositivos.

el fenómeno en relación a la dificultad notoria que se ha observado para que el científico modifique sus teorías y conocimiento acerca del mundo ante la evidencia de datos y teorías alternas que explican sus fenómenos de interés, sobre todo cuando tal evidencia es contraria a los supuestos bajo los cuales ha estado trabajando el científico (e.g. Kuhn, 1982; Mason, 2007; Nissani & Hoefler-Nissani, 1992).

Para analizar experimentalmente este fenómeno, Nissani & Hoefler-Nissani (1992) realizaron un estudio con científicos a los cuales se familiarizó con fórmulas matemáticas no convencionales y, posteriormente, se les expuso a una situación de conflicto en la que se les dieron fórmulas falsas para resolver un problema en el que tenían que medir dos esferas. Las medidas experimentales de las esferas y las medidas obtenidas a través de las fórmulas falsas, mostraban discrepancias considerables, ante lo cual los científicos mostraron inconformidad y duda, pero rara vez rechazaron la fórmula falsa, antes bien, brindaban explicaciones *ad hoc* para tales diferencias. Los autores concluyeron que el cambio conceptual, que en este caso implicaba ignorar los conceptos entrenados para resolver el problema y adoptar otros que explicaran mejor lo que observaban, conlleva distintas etapas que incluyen la inconformidad, explicaciones *ad hoc*, ajuste de observaciones y medidas para cuadrar las explicaciones, dudas y finalmente el cambio conceptual. Sin embargo, señalan que este proceso es complicado ya que las creencias del individuo interfieren notablemente con el cambio e incluso dominan por sobre la evidencia empírica.

Otra manera de abordar el fenómeno del cambio de conceptos para identificar e interpretar la realidad, consiste en el estudio del cambio que ocurre de los criterios ordinarios de conocimiento a criterios científicos. La mayoría de los estudios realizados en esta área están basados en una postura cognitiva que aborda el fenómeno bajo el supuesto de que los individuos poseen un amplio bagaje de conceptos adquiridos en su vida cotidiana

y, dado que éstos son reforzados diariamente por la experiencia, es difícil que la formación académica los modifique dificultándose, por lo tanto, el cambio conceptual. Este hecho se ha conocido como la dominancia de las ideas “intuitivas” o “ideas previas” sobre los conceptos científicos (e.g. Lindell, 2004; She, 2002) lo que complica que el individuo cambie los criterios “ordinarios” con los que interactúa con el mundo por criterios científicos. Bajo esta postura se han desarrollado una serie de investigaciones que tratan de explicar dicha dominancia.

En estos estudios se argumenta que el individuo posee mecanismos que subyacen al cambio conceptual y que, para que éste se lleve a cabo y el aprendiz logre identificar los hechos relevantes de estudio y por ende pueda interactuar con el mundo con base en los criterios de la ciencia en la que es entrenado, es necesario modificar estos mecanismos de manera que el sujeto sea capaz de ver la realidad bajo criterios científicos (e.g. Lindell, 2004; Mason, 2007; Vosniadou, 2007).

Las líneas de investigación de esta área señalan que existen diversas variables que facilitan u obstaculizan la modificación de los mecanismos y estructuras conceptuales de los individuos, pero varias coinciden en que es importante crear un “conflicto cognitivo” entre las ideas previas del aprendiz y los conceptos científicos que se le están entrenando, ya que ello le facilita que busque otras opciones para explicarse la realidad que estudia (e.g. Hatano e Inagaki, 2003, en Greeno & Sax, 2007; Vosniadou, 2007; Yip, 2004). Así mismo, Qian & Alvermann (2000) refieren que es importante fomentar ideas y concepciones adecuadas acerca de la ciencia y los propósitos de ésta, así como de la naturaleza del conocimiento científico y sus hechos, ya que creencias erróneas o que no se encuentren bien estructuradas pueden dificultar el aprendizaje de la ciencia, pues éstas forman parte de los mecanismos que subyacen al cambio conceptual. Otros, como Vosniadou (2007), hacen

énfasis en las variables sociales como agentes que influyen en el cambio conceptual, al considerar que las interacciones y discusiones que tiene el estudiante con otros aprendices de la ciencia son necesarias para que se dé el cambio de conceptos, ya que al dialogar con otros contrastan sus propias creencias y conceptos, lo cual favorece que busquen alternativas a la explicación de la realidad.

Otra hipótesis respecto a las variables que influyen en el cambio conceptual es la propuesta por Oliva (2003), quien argumenta que existe una correlación entre el grado de coherencia en la estructura del conocimiento ordinario que tiene el aprendiz (entendida como la capacidad para usar la misma idea consistentemente a través de diferentes contextos del mismo fenómeno) y el cambio conceptual. Para demostrarlo realizó una investigación en la que midió la coherencia en la estructura del conocimiento ordinario de estudiantes de secundaria por medio de la correlación entre las respuestas de dos cuestionarios análogos sobre un mismo fenómeno, y posteriormente los sometió a sesiones de enseñanza de conceptos de la Física (i.e. movimiento, fuerza, peso). Cuando terminaron las sesiones el autor midió el cambio conceptual por medio de un cuestionario sobre los conceptos entrenados y lo correlacionó con el grado de estructuración de los conocimientos previos del estudiante. Observó que entre más organizadas y estructuradas fueran las ideas del conocimiento ordinario del aprendiz, era más fácil que se diera el cambio conceptual, por lo que sugiere que antes de transmitir los conceptos científicos a los estudiantes es necesario fortalecer la coherencia que existe entre sus ideas y los conceptos del mundo ordinario.

En otro estudio (Yip, 2004) se señala la importancia del uso de preguntas que promuevan las condiciones para el cambio conceptual; en esta investigación se analizaron los tipos de preguntas que hacían maestros de biología de secundaria y bachillerato durante

sus clases, buscando determinar en qué medida las empleaban para inducir el cambio de conceptos. Así, se consideró que las preguntas podían ser tipificadas como de un “bajo” o “alto nivel”. Las de “bajo nivel” llevaban a respuestas de hechos memorizados y por lo tanto sólo evaluaban la memorización del contenido, mientras que las preguntas de un “alto nivel” exigían habilidades de análisis, síntesis y evaluación, lo cual facilitaba el cambio conceptual. Los resultados mostraron que muy pocos profesores emplean preguntas de este último tipo, antes bien, hacen cuestionamientos que llevan a respuestas simples y que requieren únicamente de memorización de ciertos contenidos, por lo que se plantea la necesidad de emplear este tipo de preguntas para facilitar el cambio conceptual.

El uso de analogías también ha sido analizado como un elemento que facilita el cambio conceptual. Bryce & MacMillan (2005), llevaron a cabo una investigación con estudiantes de secundaria en la que evaluaron el impacto del uso de analogías en el cambio de conceptos ordinarios para estudiar los cuerpos que se encuentran en reposo, por los conceptos de la Física de acción-reacción (conceptos contenidos en la tercera Ley de Newton). Los estudiantes fueron asignados a uno de tres grupos; al primero de éstos lo conformaron sujetos que no tenían conocimiento de la tercera Ley de Newton, el segundo estuvo formado por estudiantes a quienes se les había enseñado la Ley por medio de métodos tradicionales y el tercer grupo por estudiantes a quienes no se les había enseñado la Ley pero conocían el concepto de fuerza y sus efectos. A los tres grupos se les mostraron las analogías como método para aprender los conceptos objetivo y se les entrevistó para conocer en qué medida éstas les habían sido útiles para aprenderlos. Se observó que las analogías facilitaron el aprendizaje de los conceptos en los tres grupos, por lo que sugirieron que el uso de éstas es más efectivo para generar el cambio conceptual que la enseñanza tradicional basada en la instrucción.

Finalmente, She (2002) refiere que en el cambio de conceptos ordinarios a científicos es importante tomar en cuenta que el nivel jerárquico de complejidad, de acuerdo a las propiedades de estos últimos, determinará el grado de facilidad con que se dé el cambio conceptual. Sus afirmaciones las sustentó en la evidencia obtenida al realizar un estudio experimental en el que evaluó los cambios conceptuales respecto a conceptos propios de la Física (i.e. la presión del aire y la fuerza boyante), después de haber sometido a estudiantes de secundaria a un entrenamiento basado en un modelo que tomaba en cuenta los atributos del concepto, las concepciones del estudiante sobre éste y la generación de un conflicto entre las concepciones previas y las nuevas, a la vez que se le brindaba al alumno un nuevo sistema cognoscitivo para construir conceptos científicos. Observó que el concepto de fuerza boyante requirió de más sesiones de aprendizaje que el de la presión del aire, lo que atribuyó a que el primero tiene mayor nivel de jerarquía conceptual que el segundo, es decir, que posee más conceptos subyacentes, lo que hace más difícil el cambio conceptual.

En las líneas de investigación descritas, se aborda el fenómeno del cambio de criterios para estudiar la realidad como una problemática en la enseñanza y el aprendizaje de conceptos científicos y, en este sentido, se analizan variables atribuidas al aprendiz (i.e. habilidades cognitivas, estructura de su conocimiento, interacciones con otros aprendices), variables relacionadas con los métodos empleados por los profesores (i.e. el uso de preguntas, de analogías, o la generación de conflicto entre ideas previas y nuevas), así como las características propias de los nuevos conceptos (i.e. el nivel de jerarquía conceptual). La influencia de estas variables en el cambio conceptual es estudiada por medio de la observación, de cuestionarios, entrevistas y de la resolución de problemas en los que se hace uso de los conceptos entrenados.

Como puede observarse, en estos estudios se analizan las variables que influyen en que un aprendiz sea capaz de aprender nuevos conceptos, asumiendo que esto le permitirá ver la realidad de investigación bajo los criterios científicos en que se entrena y, por lo tanto, identificar los elementos relevantes de análisis con base en los criterios teóricos de la ciencia en la que se está formando. Sin embargo, no se ofrece un planteamiento para estudiar experimentalmente la identificación de hechos científicos, lo cual es relevante si se considera que éste es uno de los primeros pasos en el conocer científico (e.g. Ribes, 2004).

Esta tesis pretende brindar un acercamiento al análisis de este fenómeno, por lo que a continuación se describirá a qué se hace referencia en este trabajo cuando se habla de *hechos científicos*, cuáles son las variables implicadas en la identificación de los mismos y finalmente se planteará una propuesta para estudiar este fenómeno.

I.2. La identificación de hechos científicos

Existen diversas concepciones acerca de lo que es un hecho científico. Algunas de éstas señalan que el hecho es un fragmento de la realidad que se encuentra a disposición del investigador antes de la construcción de la teoría que pretende explicarlo (e.g. Díaz, Calzadilla & López, 2004). Bunge (1975) refiere que un hecho es todo aquello que pertenece a la realidad: acontecimientos, procesos, sustancias físicas, fenómenos, o el reflejo sensorial de los objetos y procesos reales en el sujeto que conoce. En estas concepciones, el hecho es visto como el reflejo sensorial que se forma en el individuo como producto de la acción externa de la realidad (e.g. Díaz, Calzadilla & López 2004).

Así mismo, Durkheim (1987, en Gontero, 2006), argumenta que los hechos son “cosas exteriores” que se ofrecen en la naturaleza tal como son, por lo que deben ser considerados sin que el sujeto que los conoce haga atribuciones sobre ellos, de manera que

los presupuestos y valores del investigador no intervienen en el proceso de la identificación y conocimiento de los mismos.

Por otro lado, Piaget & García (2004) consideran que un hecho es un observable interpretado, es decir, una propiedad, una acción o un evento cualquiera al que se le reviste de una significación relativa a un contexto más amplio que el del mismo observable, el cual posee una significación que puede permanecer enteramente local en el espacio y en el tiempo. En este sentido, un hecho es siempre el producto de la composición entre una parte provista por los objetos y eventos y otra, construida por el sujeto. Señalan que la participación de éste último es tan importante que se puede llegar a una deformación o incluso a un rechazo del observable, lo cual genera que se desnaturalice el hecho en función de la interpretación.

En la presente tesis se concibe que los hechos científicos constituyen representaciones teóricas de eventos, cosas y acciones; son descripciones o enunciados sobre los eventos, sus propiedades y las relaciones entre ellos (Ribes, 2004). Un hecho no necesariamente corresponde con un evento, sino que distintos eventos pueden formar parte de un mismo hecho.

Según Ribes (2004) los hechos científicos son *eventos interpretados*, por lo tanto, pueden tener carácter distinto como hechos, dependiendo de los criterios con que se les interprete. Estos criterios constituyen los límites teóricos bajo los cuales se identifican los eventos y sus propiedades; así, la teoría establece enunciados que seleccionan y atribuyen ciertas propiedades y relaciones a los eventos y las cosas de manera que ésta se convierte en el instrumento que permite al aprendiz de la ciencia, y al científico, interactuar con los eventos del mundo de estudio de manera pertinente (e.g. Ribes, Moreno y Padilla, 1996). Así mismo, la teoría hace posible observar qué tipo de fenómenos son y qué relaciones

mantienen unos con otros, lo cual permite identificar los hechos pertinentes a ésta (e.g. Hanson, 1985; Quintanilla, 2003).

El Modelo de la Práctica Científica Individual (MPCI) propuesto por Ribes, Moreno & Padilla (1996) constituye una perspectiva útil para entender el papel de la teoría en la identificación de los hechos científicos. Este modelo fue diseñado como una propuesta para entender las variables implicadas en la práctica científica y se establece que la práctica del investigador se encuentra delimitada por la teoría bajo la cual se lleva a cabo. Según el MPCI, la teoría está constituida por *categorías teóricas*. Las categorías establecen los criterios de pertinencia del actuar del sujeto (Ribes, 2005); en el caso de la ciencia, constituyen los límites establecidos en un contexto científico en el que regulan el hacer y el decir del investigador. En este modelo, los autores identifican cuatro categorías aplicables a la teoría del condicionamiento operante, aunque se plantea que pueden ser generalizables a otras disciplinas; estas categorías son: a) *taxonómicas*, b) *operacionales*, c) *de medida*, y d) *representacionales* (Ribes, Moreno & Padilla, 1996).

Las categorías *taxonómicas* definen y delimitan la realidad de estudio, señalan qué eventos son relevantes y, por lo tanto, cuáles (y bajo qué condiciones) son los hechos que conforman la realidad que aborda la teoría; señalan y clasifican los hechos de estudio. Las categorías *operacionales* regulan las acciones observacionales, de registro y manipulación respecto de los hechos que identifican las categorías taxonómicas. Las de *medida* regulan las acciones de “regreso” en la forma de datos, respecto a las acciones del científico. Finalmente, las categorías *representacionales* delimitan los conceptos mediante los cuales los científicos comunican sus hallazgos a la comunidad científica, a los aprendices de la disciplina y a los legos (e.g. Ribes, Moreno & Padilla, 1996; Ribes, 2004). De las categorías teóricas mencionadas, las taxonómicas son las que delimitan la realidad a

estudiar, por lo que juegan un papel importante en la identificación de los hechos científicos, en tanto que explicitan los criterios bajo los cuales deben interpretarse los eventos que los constituyen.

Cuando un aprendiz en ciencia entra en contacto con el universo de estudio, lo hace por medio de las categorías de conocimiento que se le han enseñado o que ha usado hasta el momento (e.g. Lindell, 2004), pero al entrar al proceso de formación en una disciplina, se le señalan cuáles son los criterios pertinentes para ver y estudiar el mundo, los cuales son distintos en menor o mayor medida a los criterios con los que lo había hecho antes de iniciar su formación científica. Las categorías taxonómicas de una teoría constituyen los límites que enmarcan los elementos de la realidad de estudio, lo cual le permite organizarlos y clasificarlos bajo los supuestos de una teoría particular. Le señalan qué eventos son relevantes y cuáles forman parte de los hechos científicos que va a estudiar.

De esta forma, las categorías taxonómicas delimitan qué eventos constituyen parte de los hechos científicos en cuestión y cuáles no, a qué propiedades de las ocurrencias y eventos debe poner atención el aprendiz y cuáles debe descartar. En otras palabras, le permiten al sujeto abstraer los elementos relevantes para discriminar cuáles de éstos constituyen los hechos en la realidad que estudia y cuáles no pertenecen, o no son pertinentes a una determinada disciplina, específicamente, a una teoría particular.

Si se toma en cuenta que las categorías delimitan qué eventos forman parte de un hecho científico concreto, su *identificación* puede ser entendida como una categorización de los eventos que conforman el mundo de estudio (la cual es pertinente a la luz de la teoría), ya que categorizar implica identificar las propiedades que determinan la pertenencia o exclusión de ciertos elementos a una determinada categoría. Así, para que el estudiante identifique un hecho científico debe ser capaz de abstraer las propiedades relevantes de los

eventos que constituyen el hecho, lo cual le permite ubicar nuevos elementos dentro de las categorías que conforman la teoría de la disciplina en la que se entrena.

La literatura señala la dificultad para que los estudiantes acepten y usen los conceptos de la ciencia en diversas prácticas (i.e. hacer experimentos, representar datos, comunicar resultados), una de las cuales consiste en identificar el mundo de estudio y los hechos que lo componen, lo cual ocurre no sólo con estudiantes de ciencia a nivel superior, sino también en la educación básica. Si se asume que identificar un hecho científico implica ver los eventos en el marco de categorías taxonómicas como casos del hecho en cuestión, se puede argumentar que el problema para identificarlo es un problema de categorización en que el estudiante no abstrae lo relevante de acuerdo al criterio de la teoría y, por lo tanto, no identifica los eventos pertinentes que conforman el hecho científico.

Desde esta perspectiva, en esta tesis se aborda el problema de la identificación de hechos como un problema de ajuste a las categorías teóricas que definen los hechos, por lo que a continuación se exponen los principales supuestos implicados en el ajuste a categorías.

I.3. El estudio de la identificación de hechos científicos como un ajuste categorial

La práctica científica está conformada por actividades que tienen sentido sólo bajo las categorías de la disciplina de que se trate. Un estudiante o investigador puede comportarse de manera pertinente o no, dependiendo de si su comportamiento corresponde o no a los criterios estipulados en cada situación, los cuales en la práctica científica constituyen las categorías teóricas a las que el individuo debe ajustarse para que se considere que está haciendo ciencia (e.g. Ribes, 1993; Ribes, Moreno & Padilla, 1996). Ribes (2006) ha

propuesto cinco formas en las que un individuo puede ajustarse a las categorías en cualquier contexto².

El primer tipo de ajuste es *por aceptación*, y tiene que ver con la identificación, reconocimiento y reproducción de las prácticas funcionales en cada situación o contexto de ajuste, con base en la pertinencia tanto de objetos y sus atributos, y acontecimientos, como de las propias reacciones y acciones en relación a ellos. En este tipo de ajuste, "...el comportamiento del individuo no incluye necesariamente palabras o expresiones, pero éstas son indispensables como parte de las circunstancias que regulan, dirigen, orientan y sancionan la pertinencia y sentido del comportamiento de ajuste" (Ribes, 2006, p. 19). Se trata del aprendizaje de las prácticas pertinentes en un contexto particular, mediante la exposición directa a las circunstancias, incluyendo a los que enseñan dichas prácticas.

El segundo tipo de ajuste es *por uso*, e implica el uso efectivo de las prácticas adquiridas. En este caso, el individuo es capaz de identificar el criterio al cual debe ajustarse a través de su propia práctica, sin la supervisión u orientación de otra persona. El ajuste puede incluir la situación en que se adquirió la conducta o situaciones nuevas, pero que guardan semejanza con el criterio de ajuste, los objetos y acontecimientos presentes, así como las conductas disponibles.

El tercer tipo de ajuste, denominado ajuste *por elección* se relaciona con la permutación de criterios ante un mismo conjunto de objetos, símbolos y acontecimientos. Esto es, que los objetos, símbolos y acontecimientos pueden desarrollar funciones distintas, dependiendo de los criterios en la situación, los cuales pueden ser identificados o

² En su escrito, Ribes (2006) se refiere al ajuste a las categorías como un ajuste conceptual, ya que hace énfasis en éste como un logro para referirse a lo que comúnmente se conoce como "adquisición" de un concepto. Sin embargo, en este escrito se consideró pertinente el término de "ajuste categorial" en el entendido de que el sujeto se ajusta a las categorías de pertinencia que enmarcan alguna situación determinada. Sin afán de desvirtuar el sentido original en el que lo usó su autor se consideró que era apropiado usar dicho término dado el fenómeno que se estudia y la manera en que se aborda en este trabajo.

seleccionados por el mismo individuo que se ajusta. De manera que este tipo de ajuste tiene que ver con el aprendizaje de las transiciones entre criterios diversos frente a un mismo conjunto de objetos, símbolos y acontecimientos, en una misma situación.

En el cuarto tipo de ajuste, el ajuste *por correspondencia*, se transfieren las reglas del criterio de una situación a otra, modificando o cambiando las reglas del criterio de la situación en la que ocurre el ajuste. Se relaciona con la modificación del criterio, en lo que toca a los límites espacio-temporales y propiedades perceptuales de los atributos funcionales de objetos, símbolos, acontecimientos y personas. Este tipo de ajuste "...tiene que ver más con 'decir cómo son las cosas' que con 'averiguar cuáles son las cosas que son'..." (Ribes, 2006, p. 20).

Finalmente, el quinto tipo de ajuste, *por construcción*, está relacionado con la formulación de nuevos criterios. En éste, las propiedades y atributos de objetos y símbolos, así como sus relaciones, dependen directamente de estipulaciones lingüísticas establecidas previamente, las cuales corresponden al conjunto de reglas lingüísticas que rigen el uso de palabras y su sentido en el contexto de acciones respecto de símbolos, objetos, acontecimientos y acciones representados por dichos símbolos. Tienen que ver directamente con el ajuste lingüístico a circunstancias puramente simbólicas o lingüísticas. Corresponde a la estipulación de qué objetos, símbolos, acontecimientos y acciones son pertinentes (Ribes, 2006).

Los cinco tipos de ajuste mantienen una inclusividad progresiva, de manera que el primero es necesario para que se dé el segundo y así, sucesivamente (Ribes, 2006). Dado lo anterior, podríamos suponer que para que el estudiante sea capaz de usar los conceptos que se le entrenan en ciencia, o que un niño logre ver el mundo bajo las nuevas categorías y conceptos que se le enseñan en la escuela (como lo señala la literatura descrita respecto al

cambio conceptual), es necesario que primero acepte estas categorías, es decir, que reconozca cuáles son los límites categoriales bajo los cuales su comportamiento es pertinente en un contexto científico particular y que efectivamente se comporte dentro de tales límites.

Es frecuente encontrar en la literatura sobre la enseñanza de la ciencia que se esperaría que, una vez que se expone a las categorías teóricas, el estudiante fuera capaz de emplearlas para conocer el mundo e intervenir en él conforme a éstas; incluso, se esperaría que en un nivel superior de formación, fuera capaz de teorizar respecto a los fenómenos de interés (e.g. Campanario, 1997). Sin embargo, la literatura reporta que esto ocurre con dificultad o simplemente no ocurre (e.g. Lindell, 2004; She, 2002), pareciendo que el individuo no es capaz de abstraer los límites categoriales bajo los cuales debe conocer el mundo, lo cual dificulta que identifique los hechos científicos en el marco de estos criterios. En otras palabras, no se da el ajuste a las categorías teóricas, ni siquiera en el primer tipo que es el ajuste por aceptación.

Con base en lo anterior, esta tesis supone la necesidad de analizar las variables implicadas en el reconocimiento de los criterios pertinentes (*ajuste por aceptación*) que permiten identificar distintos elementos de la realidad como hechos científicos, por lo que a continuación se describen algunos estudios en los que se han manipulado distintas variables implicadas en la identificación de los criterios de pertinencia a distintas situaciones.

Una investigación significativa al respecto, es la realizada por Hernández (2010), quien llevó a cabo varios estudios para analizar los parámetros involucrados en un ajuste por aceptación en niños de entre 6 y 7 años de edad, que cursaban el primer grado de educación primaria. La tarea consistió en el agrupamiento de objetos (letras y números) con propiedades que eran relevantes para la agrupación. En estos estudios manipuló distintas

variables que en la literatura tradicional se han considerado como fundamentales en este tema, tales como el número de categorías (unicategorial vs. bicategorial), la modalidad del preentrenamiento (verbal vs. no verbal), las propiedades utilizadas (cuantitativas vs. cualitativas) y el modo de presentación de los objetos (objeto por objeto vs. por pares).

En términos generales encontró efectos irregulares de las distintas manipulaciones experimentales, así como el hecho de que el desempeño en una fase experimental no era predictivo del tipo de desempeño que presentarían los sujetos durante la siguiente etapa del estudio. No obstante la poca sistematicidad de los resultados obtenidos, destacó algunos hallazgos interesantes, entre ellos que los modos verbales favorecen el desempeño en el preentrenamiento, no así la abstracción de los criterios pertinentes, lo cual permitiría al sujeto su utilización durante las siguientes etapas experimentales. Así mismo, encontró que bajo preentrenamientos no verbales hubo mayor dificultad para discriminar las propiedades cualitativas que las cuantitativas. Finalmente, los resultados obtenidos no mostraron diferencias en el desempeño del sujeto ante las condiciones uni y bicategoriales, además de que observó que la presentación de objetos por pares produjo interferencia en lugar de facilitar el proceso de discriminación de las propiedades pertinentes.

Por otro lado, diversas investigaciones realizadas sobre discriminación condicional con tareas de igualación de la muestra de primer y segundo orden, arrojan resultados interesantes respecto a las variables implicadas en la identificación de las propiedades relevantes y de los criterios en una situación, que en estos casos correspondería a la identificación del criterio de igualación ante un arreglo de estímulos. En estos estudios se suele analizar la precisión con la que el sujeto se ajusta al criterio de igualación, y es frecuente encontrar la manipulación de distintos parámetros de variables tales como: las descripciones, la retroalimentación, el tipo de respuesta del sujeto en la tarea (i.e.

instrumental, observacional), las dimensiones empleadas, entre otras (e.g. Cepeda, Hickman, Moreno, Peñalosa, & Ribes, 1991; Martínez, 1994; Moreno, Ribes & Martínez, 1994; Ribes, Cabrera & Barrera, 1996, 1997; Ribes & Castillo, 1998; Ribes, Hickman, Moreno & Peñalosa, 1992; Ribes, Torres & Ramírez, 1996; Varela & Quintana, 1995).

Se han encontrado distintos efectos de las variables mencionadas que dependen del tipo de tarea de igualación empleada (primer o segundo orden), así como del arreglo y combinación que se hace de éstas en la tarea, encontrando efectos de interacción de las mismas en la adquisición, mantenimiento y transferencia de la conducta (e.g. Ribes, Torres, & Ramírez, 1996; Ribes, Torres & Barrera, 1995). Las variables más estudiadas han sido el tipo de entrenamiento, ya sea instrumental u observacional, y sus interacciones con otras variables, sobre todo de tipo verbal, como es el caso del uso de descripciones en cualquiera de las fases y momentos del estudio (e.g. Ribes & Castillo, 1998; Ribes, Cabrera & Barrera, 1997; Ribes, Moreno & Martínez, 1995).

En el entrenamiento en igualación de la muestra se puede requerir al sujeto una respuesta de tipo *instrumental*, que ocurre cuando lleva a cabo la igualación por medio de una acción específica (i.e. moviendo una palanca, presionando una tecla), u *observacional*, cuando el sujeto únicamente observa las respuestas de igualación de un modelo. Los estudios revisados se han llevado a cabo empleando uno o ambos tipos de respuesta, en combinación con otras variables (i.e. demora de la retroalimentación, modos de descripción) (e.g. Ribes, Torres & Barrera 1995; Ribes, Torres & Ramírez, 1996), por lo que a continuación se describen brevemente los principales hallazgos con tales manipulaciones experimentales.

Uno de estos estudios es el realizado por Ribes & Castillo (1998) quienes entrenaron en igualación de la muestra de segundo orden a cuatro grupos, dos de los cuales

fueron sometidos a dos sesiones de entrenamiento instrumental con dos pruebas de transferencia, una con respuesta verbal de igualación y el otro no. Los otros dos grupos fueron sometidos a dos sesiones de entrenamiento observacional, también con dos pruebas de transferencia, una verbal y otra no verbal. Se encontró que casi todos los sujetos mostraron altos porcentajes de adquisición y mantenimiento, pero sólo los que emplearon respuesta verbal mostraron altos porcentajes de transferencia, independientemente del tipo de entrenamiento utilizado (i.e. observacional o instrumental).

En otro estudio (Ribes, Torres & Barrera, 1995), se manipuló la secuencia de presentación del entrenamiento instrumental y observacional, con respuestas de igualación verbales y no verbales en la transferencia, así como la presencia de retroalimentación demorada y continua en las mismas. En términos generales, se encontraron efectos de interacción entre estas variables, de tal manera que el mejor desempeño en las pruebas y postprueba se obtuvo con la secuencia observacional-instrumental, sin que se presentaran diferencias en la transferencia como efecto del tipo de retroalimentación recibida o del tipo de respuesta requerido (verbal o no verbal). Así mismo, se observó que cuando se inició con un entrenamiento instrumental se obtuvieron mejores desempeños en la transferencia cuando en éstas se requerían respuestas de tipo no verbal, independientemente de la retroalimentación recibida.

Los altos desempeños que se observaron en la transferencia con respuestas de igualación no verbal, al iniciar con un entrenamiento instrumental, se observaron también en el estudio realizado por Ribes, Torres, Barrera & Cabrera (1996), quienes entrenaron a los sujetos con procedimientos instrumentales u observacionales, empleando respuestas verbales o no verbales, sin retroalimentación. Se observó que el mejor desempeño en la adquisición, generalización y mantenimiento se obtuvo bajo el entrenamiento instrumental

con respuestas no verbales en las pruebas de transferencia; mientras que los sujetos expuestos a entrenamientos observacionales mostraron bajos desempeños.

Por otro lado, Moreno, Ribes & Martínez (1994), manipularon el momento de presentar la prueba (inmediatamente después o en sesiones posteriores al entrenamiento), con la presencia de respuestas de igualación verbales o no verbales, bajo un entrenamiento observacional en igualación de la muestra de segundo orden. Encontraron que cuando la prueba se llevaba a cabo inmediatamente después del entrenamiento, había una mejor ejecución cuando se requería una respuesta verbal (sin retroalimentación); mientras que en la condición en la que la prueba se llevaba a cabo en sesiones posteriores, la mejor ejecución se obtenía cuando se retroalimentaba, independientemente del tipo de respuesta requerido (verbal o no verbal).

En un estudio anterior, realizado por Ribes, Hickman, Moreno & Peñalosa (1992), se sometió a tres grupos a un entrenamiento observacional y a un grupo al que únicamente se le dieron instrucciones verbales respecto a la relación correcta de igualación. Al primer grupo de entrenamiento observacional únicamente se le modelaron las relaciones de igualación, al segundo se le decía cuál había sido la relación correcta demostrada, mientras que al tercer grupo observacional se le refería la relación antes de la demostración. Los resultados mostraron que los cuatro grupos adquirieron la discriminación condicional, sin embargo, sólo los grupos a los que se les indicó antes la relación correcta, a manera de instrucción, mostraron ejecuciones altas en las pruebas de transferencia con estímulos que no habían sido usados en el entrenamiento.

Otras investigaciones han centrado su interés en el análisis de las descripciones como variables que afectan la adquisición, mantenimiento y transferencia, observándose que éstas suelen favorecer la adquisición, mantenimiento y transferencia de la conducta en

tareas de discriminación condicional en humanos. Dichos efectos se han registrado al estudiarla bajo diferentes condiciones, entre los que destacan la presentación de la descripción como una opción al sujeto mediante textos que especifican criterios de igualdad tanto antes, como durante o después de la tarea (e.g. Cepeda, Hickman, Moreno Peñalosa & Ribes, 1991; Ribes, Domínguez, Tena & Martínez, 1992) así como el efecto de la emergencia de descripciones como función del entrenamiento (e.g. Ribes, Cabrera & Barrera, 1997).

El análisis del efecto de las descripciones como opciones que se ofrecen al sujeto ha sido estudiado por Cepeda Hickman, Moreno Peñalosa & Ribes (1991), quienes evaluaron el efecto de elegir descripciones verbales referentes al arreglo de estímulos antes de la respuesta de igualdad bajo retroalimentación continua. Encontraron que los sujetos expuestos a las descripciones tuvieron una mejor ejecución tanto en el entrenamiento como en las pruebas. Así mismo, Ribes, Hickman, Moreno & Peñalosa (1992) manipularon el momento en que se presentaba la opción textual en relación con la conducta de igualdad: a) antes de, b) después de, y c) antes y después de. Estos autores encontraron que cuando las opciones textuales se presentaban después de la respuesta de igualdad se facilitaba la transferencia en la ejecución aprendida a circunstancias en las que cambiaban los estímulos particulares.

Por otro lado, Ribes, Cabrera & Barrera (1997) evaluaron el surgimiento de descripciones emergentes después de exponer a los sujetos a cuatro tipos de entrenamiento correctivo en discriminación condicional de segundo orden, en los que se varió la ubicación temporal de las descripciones: a) después del entrenamiento y antes de la pruebas, o b) después de las pruebas de transferencia. Los resultados sugieren que las descripciones emergentes después del entrenamiento y antes de las pruebas de transferencia, bajo un

entrenamiento correctivo con el 100% de ensayos con solución, facilitan la transferencia y el mantenimiento del desempeño adquirido.

Finalmente, Ribes, Torres & Ramírez (1996), manipularon los modos de ocurrencia de las descripciones: a) descripciones leídas, b) descripciones copiadas, c) descripciones por completamiento de un párrafo, y d) descripciones leídas y reconocidas por elección, bajo un entrenamiento instrumental. Encontraron que los grupos que leyeron, copiaron o reconocieron las descripciones tuvieron los mejores desempeños en la postprueba, el entrenamiento y las pruebas de transferencia.

Los hallazgos esbozados hasta el momento, muestran que en las tareas de discriminación condicional los factores de tipo verbal ejercen un papel importante en la adquisición, mantenimiento y transferencia de la conducta. En términos generales, se puede decir que el entrenamiento instrumental genera buenos desempeños cuando se combina con respuestas de igualación no verbales en las pruebas de transferencia y se emplean descripciones, tanto anteriores como posteriores a la ejecución (e.g. Cepeda et. al., 1991; Ribes, Cabrera & Barrera, 1997; Ribes, Torres, Barrera & Cabrera, 1996). Mientras que, cuando los sujetos son sometidos a un entrenamiento observacional, las altas ejecuciones dependen de que el entrenamiento interactúe con variables tales como el que este tipo de entrenamiento vaya seguido de uno de tipo instrumental (e.g. Ribes, Moreno & Martínez, 1995; Ribes, Torres & Barrera, 1995), que antes del mismo se presenten instrucciones que señalen el criterio de igualación (Ribes, Hickman, Moreno & Peñalosa, 1992), y que en la prueba de transferencia se requieran respuestas de tipo verbal y que ésta se lleve a cabo inmediatamente después del entrenamiento, independientemente de que se dé o no retroalimentación (e.g. Moreno, Ribes & Martínez, 1994).

La relevancia para esta tesis de los estudios descritos y de los hallazgos encontrados, radica en que en éstos se evalúan las condiciones para que un sujeto pueda discriminar las propiedades relevantes en una situación específica (en otras palabras, “la respuesta correcta” ante la presentación de un arreglo de estímulos) y qué factores facilitan que una vez identificadas tales propiedades, el participante sea capaz de identificarlas en situaciones distintas, con o sin estímulos nuevos (pruebas de transferencia).

La identificación de hechos científicos implica que el sujeto sea capaz de identificar o discriminar las propiedades que son relevantes para definir un evento de la realidad como un caso de un hecho científico o como el hecho científico en sí; implica que los mismos elementos de la realidad que, antes de la formación científica veía bajo criterios ordinarios, los vea ahora bajo criterios científicos. En este sentido, los hallazgos encontrados constituyen un punto de partida para el análisis experimental de las variables que pudieran facilitar que el sujeto abstraiga los criterios de pertinencia, que en el caso del presente trabajo, enmarcan eventos de la realidad como hechos científicos.

Dado lo anterior, y considerando los hallazgos en las investigaciones mencionadas, en esta tesis se planteó como propuesta de análisis experimental el estudio del efecto de diferentes tipos de entrenamiento, instrumental y observacional, con y sin descripciones, en el ajuste categorial por aceptación, que en este caso específico correspondería al reconocimiento de las propiedades relevantes que definen a eventos de la naturaleza como casos de una misma propiedad definida teóricamente, es decir, de un hecho científico. De tal manera que se propuso el siguiente objetivo: *evaluar los efectos de diferentes tipos de entrenamiento en la agrupación de distintos eventos bajo un mismo criterio definido teóricamente*. Es decir, los efectos en el reconocimiento de los criterios relevantes que permiten al sujeto agrupar distintos eventos como casos de un hecho científico.

Es importante recalcar que, para los efectos de este trabajo, identificar un hecho científico implica reconocer una propiedad definida teóricamente en un particular, en este caso, en un evento; es decir, implica el reconocimiento de propiedades abstractas o relativas³ que son definidas teóricamente. Diversos estudios señalan que para los individuos es más sencillo identificar el criterio cuando éste delimita propiedades absolutas (i.e. forma, color) que cuando delimita propiedades relativas (i.e. una regla numérica) (e.g. Varela & Quintana, 1995), por lo que se consideró pertinente diseñar una tarea en la que se entrenara al sujeto a identificar criterios que fueran cambiando gradualmente y en orden ascendente, con respecto a su nivel de complejidad, bajo el supuesto de que el entrenamiento en el reconocimiento de criterios que delimitaran propiedades absolutas (i.e. color, la forma), de modalidad (i.e. personas) o relacionales (i.e. eventos) le facilitaría el irse aproximando al reconocimiento de criterios que delimitaran propiedades que dependen de un criterio o regla para que se atribuyan a los eventos, y no de los elementos perceptuales de la situación, como lo es el caso de los hechos científicos. Con esta estrategia se pretendió que, a la vez que se analizara el efecto de cada uno de los tipos de entrenamiento en la identificación de distintos eventos como casos de un hecho científico, se evaluara la pertinencia de entrenar la identificación de criterios de forma gradual.

Con base en los argumentos expuestos a lo largo de este capítulo, se espera que los participantes a los que se les requiere la descripción del criterio, ya fuera que se hubieran expuesto a un entrenamiento instrumental u observacional, muestren un mejor ajuste que aquellos a los que no se les solicitó. Así mismo, se esperaría que la exposición a categorías

³ En esta tesis se entendió por propiedades abstractas o *relativas* aquellas que *dependen* de un criterio o regla para que se atribuyan al estímulo o no, por lo que pueden variar según el criterio que las defina. Tal es el caso de los hechos científicos, en los que las propiedades de ciertos eventos que los constituyen como hechos sólo son atribuibles gracias a las categorías teóricas.

cambiantes que van de criterios que exigen atender a propiedades absolutas hacia aquellos que delimitaban propiedades abstractas o relativas, facilite el ajuste, aunque probablemente éste podría descender en la medida en que los criterios categoriales le exijan responder a propiedades que no dependen exclusivamente de los elementos presentes en la situación, sino de criterios abstractos (como lo es el caso de la teoría para identificar un hecho científico).

Es importante señalar que en esta tesis no se brindó al participante un lenguaje teórico para identificar los hechos científicos, lo cual pudiera parecer contradictorio en la medida en que un hecho científico sólo es identificable a través de la teoría; sin embargo, esto no se hizo debido a que el objetivo no fue que el sujeto identificara un hecho científico dentro de una teoría, sino analizar el efecto que tienen distintos tipos de entrenamiento en el ajuste categorial *por aceptación*, el cual implica el reconocimiento de criterios que permiten agrupar distintos elementos bajo una misma categoría, lo cual es lo que ocurre cuando se identifica un hecho científico (distintos eventos se ubican bajo una misma categoría teórica).

Capítulo II

Propuesta experimental

El objetivo de este estudio fue identificar qué tipo de entrenamiento facilita la identificación de eventos ordinarios como casos de una misma propiedad abstracta definida teóricamente, es decir, como casos de un hecho científico. Partiendo del supuesto de que la conducta del sujeto al hacer ciencia puede ser descrita con base en los mismos procesos que los de otros individuos que no están haciendo ciencia (Ribes, 1993), y que la identificación de hechos implica un ajuste categorial en el que el individuo reconoce distintos eventos bajo una misma categoría delimitada teóricamente, se considera factible analizar el fenómeno de la identificación de hechos científicos sin necesidad de someter a los sujetos a una tarea propiamente científica; en su lugar, se propone analizar el fenómeno por medio de una tarea de categorización, ya que ésta exige al sujeto identificar las propiedades que definen la pertenencia de un caso a un determinado conjunto y la exclusión de otros como no pertenecientes al mismo, para lo cual es necesario que reconozca el criterio bajo el cual es pertinente dicha categorización (ajuste por aceptación). Con dicha estrategia se pretendió analizar sistemáticamente la inclusión que hace el sujeto de distintos eventos como casos de una propiedad abstracta definida teóricamente.

Para tal efecto se emplearon eventos de la vida ordinaria como elementos a ser agrupados bajo un mismo criterio, los cuales a su vez representaban hechos científicos que correspondían a hechos de la fuerza de empuje, como instancias positivas, y hechos de la termodinámica, como instancias negativas. A continuación se describen en términos generales los elementos teóricos que definen a cada uno de tales hechos científicos.

El hecho científico que se empleó como instancia positiva fue el de la *fuerza de empuje* que experimentan los cuerpos cuando son sumergidos en un fluido; este hecho se encuentra enunciado en el principio de Arquímedes que estipula que *todo cuerpo sumergido total o parcialmente en un fluido experimenta una fuerza de empuje vertical y hacia arriba, igual al peso del volumen de fluido desalojado* (Hewitt, 1995). Este principio hace referencia al evento que en términos ordinarios se conoce como “flotar”.

Con el fin de facilitar la comprensión de este principio, a continuación se describen los términos fundamentales que lo componen, así como los posibles casos en que éste se presenta y en los que la fuerza de empuje tiene lugar.

En Física, se denomina *cuerpo* a cualquier objeto que tiene una forma y tamaño determinado, por ejemplo, un libro, una computadora, una pelota o un árbol; mientras que el término *fluido* hace referencia a una sustancia que es deformable fácilmente, de manera que adopta la forma del recipiente que lo contiene, por ejemplo, el agua, el aire, el gel o el aceite. Finalmente, se denomina “fuerza de empuje” a una fuerza dirigida hacia arriba, es decir, que se opone a la gravedad (Hewitt, 1995).

El principio de Arquímedes presenta tres posibles casos: a) aquellos en los que la fuerza de empuje es mayor a la fuerza de gravedad, de manera que el cuerpo se encuentra flotando en la superficie del fluido y sobrepasa total o parcialmente a este último; b) los casos en los que la fuerza de empuje y de atracción son iguales, de modo que el cuerpo se encuentra flotando dentro del fluido, y por lo tanto, completamente rodeado de éste, y c) aquellos casos en los que la fuerza de empuje es menor a la de atracción, de manera que el cuerpo se encuentra completamente sumergido en el fluido, y por tanto, asentado totalmente en otro cuerpo (Hewitt, 1995). Una representación gráfica de los tres casos puede apreciarse en la Figura 1.

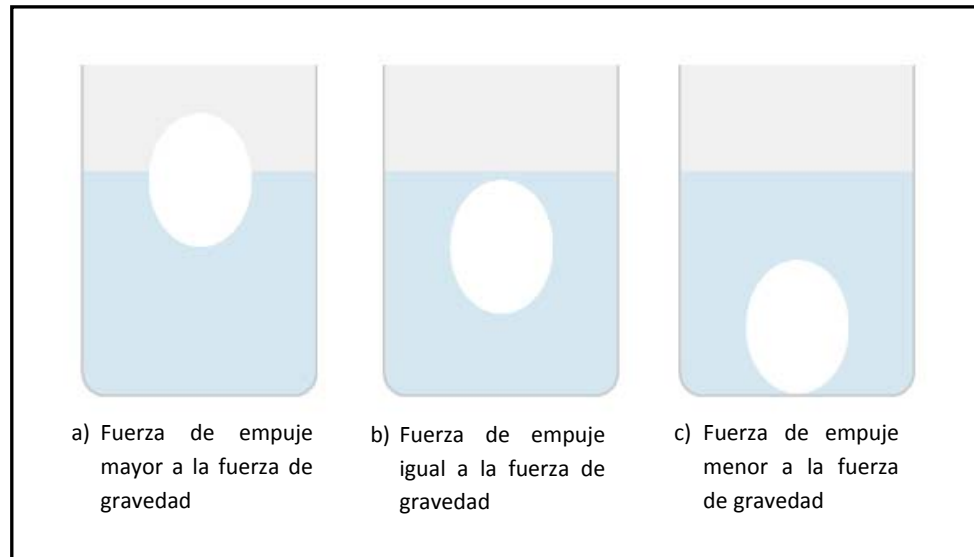


Figura 1. Representación de los tres posibles casos en los que participa la fuerza de empuje, según el principio de Arquímedes.

En este estudio únicamente se entrenó a los participantes en la identificación de los dos primeros casos, ya que dadas las características del tercero, todos los acontecimientos en la naturaleza serían factibles de ser categorizados como parte del hecho científico en cuestión, lo cual dificultaría considerablemente el tener criterios claros para analizar el desempeño del sujeto en la tarea⁴.

Por otro lado, se emplearon hechos de la termodinámica como instancias negativas. La termodinámica es definida como el estudio del calor y su transformación en energía. En este rubro se ubican hechos como el intercambio de temperatura, el incremento de calor, y el hecho de que el calor fluye de los objetos calientes a los objetos fríos y viceversa. Los fenómenos que se pueden observar como eventos representativos de estos hechos son el vapor, la regulación de la temperatura del cuerpo, el vapor que se observa cuando se exhala en un

⁴ El caso citado puede comprenderse mejor si se considera que el aire también es un fluido y está presente todo el tiempo, de manera que todos los cuerpos se encuentran sumergidos completamente en él, pero debido a las características de peso y densidad de los cuerpos, así como a la fuerza de gravedad, la gran mayoría de los cuerpos no flotan, sino que se encuentran asentados en el piso o en alguna superficie.

ambiente frío o cuando se abre un congelador, el calor que se transmite de un cuerpo caliente a otro frío, entre otros.

Es importante aclarar que no se entrenó al sujeto para enunciar el hecho científico de la fuerza de empuje, sino para que fuera capaz de identificar regularidades en distintos eventos que pueden englobarse como casos de una misma propiedad abstracta, de modo que podría esperarse que ello le facilitara, posteriormente, el hacer descripciones de tales acontecimientos empleando un lenguaje abstracto que no hiciera referencia a particulares, como ocurre en el caso del lenguaje técnico de una teoría científica.

Método

Participantes

Participaron de manera voluntaria 20 niños (9 niños y 11 niñas) pertenecientes a una escuela primaria pública de la ciudad de Zapopan, Jalisco; con edades de entre los 11 y 12 años. Todos eran ingenuos en la tarea experimental y en los hechos científicos de la fuerza de empuje y termodinámica. Los participantes fueron elegidos al azar por la profesora del grupo y a cambio de su participación se les obsequiaron golosinas.

Materiales

Para llevar a cabo el estudio se requirieron lápices y hojas de registro de asistencia en las que se llevó el control del tiempo que le llevó a cada uno de los participantes concluir con cada fase. Así mismo, se utilizó una Laptop Toshiba, con sistema operativo Windows XP, en la que se corría un programa diseñado exclusivamente para la tarea (CarDan versión 2.0

desarrollado en Visual Basic/Visual Studio 2008). También se emplearon golosinas que se otorgaron a los niños a cambio de su participación en el estudio.

Escenario

El estudio se llevó a cabo en un aula de 8 x 6.5 m., ubicada en la escuela de procedencia de los participantes. Ésta estuvo exenta de ruido y contaba con luz natural y artificial. Se tomaron precauciones para que la iluminación natural del aula no formara reflejos en la pantalla de la computadora en la que se corrió el software, con el fin de evitar distorsiones o problemas de visibilidad de las imágenes presentadas a los participantes.

Diseño

Los participantes fueron asignados aleatoriamente a cuatro grupos experimentales de cinco integrantes cada uno. Cada grupo fue sometido a un tipo de entrenamiento distinto, de manera que los grupos 1 y 2 pasaron por un entrenamiento instrumental con descripción en el Grupo 1 y sin descripción en el Grupo 2, mientras que los grupos 3 y 4 fueron sometidos a un entrenamiento observacional con y sin descripción, respectivamente, como se muestra en la Tabla 1.

	Instrumental	Observacional
Descripción	G1	G3
Sin descripción	G2	G4

Tabla 1. Muestra la distribución de los grupos según el tipo de entrenamiento al que fueron sometidos.

Tarea Experimental

Se empleó una tarea de categorización que consistió en la agrupación de imágenes proyectadas en una computadora, las cuales representaban eventos de la vida ordinaria, en fotografías. La tarea consistió en la agrupación de estas instancias en dos o tres conjuntos, con o sin remanentes, dependiendo de la fase del estudio en la que se encontrara el participante.

Por medio de un software diseñado especialmente para la tarea, se proyectaron un total de 198 imágenes distribuidas de la siguiente forma: 9 imágenes mostradas en el pre-entrenamiento, y 30 durante la preprueba y postprueba, 120 imágenes en el entrenamiento (proyectadas en cuatro bloques de 30 imágenes cada uno, como se describirá en el procedimiento), 30 en la fase de prueba y 9 que se proyectaron como imágenes de muestra durante el entrenamiento. A continuación se describen las características de las imágenes empleadas durante las fases experimentales.

Todas las imágenes se encontraban enmarcadas por líneas de un *color* que podía ser: amarillo, rojo o verde. Así mismo, podían estar representadas una de tres *entidades*: personas, animales u objetos; cabe señalar que en aquellas que contenían personas también podía haber objetos, sin embargo, las personas predominaban en la imagen.

Las entidades representadas en las imágenes se relacionaban entre sí mostrando *eventos* de la vida ordinaria que podían ser: jugar, pasear o calentar. Estos eventos a su vez representaban *casos* del hecho científico de la fuerza de empuje o de la termodinámica, por lo que mostraban el evento de flotar dentro de un fluido, flotar fuera del fluido o el evento de intercambio de temperaturas. Como puede observarse, los dos primeros casos

corresponden al hecho científico de la fuerza de empuje, mientras que el tercero al de la termodinámica⁵ (las imágenes empleadas en el estudio se muestran en el Anexo A).

Dado lo anterior, cada una de las imágenes de la tarea experimental era susceptible de ser clasificada con base en una de las cinco categorías mencionadas: por el color de su marco, la entidad mostrada, por el evento representado, por el caso del hecho que ejemplificaba o por el hecho científico simbolizado y, con el fin de asegurar que no hubiera sesgos en la presencia de las propiedades presentadas en las mismas, se procuró equilibrar el número de imágenes con cada propiedad a lo largo de toda la tarea experimental, y por ende, el número de instancias que podían ser agrupadas en cada conjunto (ver Anexo B). Así mismo, se cuidó que una misma instancia no tuviera propiedades que hicieran confusa su pertenencia a una categoría y que a su vez, las categorías fueran excluyentes entre sí.

Debido a que la tarea de agrupación se llevó a cabo en un software diseñado para este fin, a continuación se describen las generalidades del arreglo y el funcionamiento de las pantallas de agrupación. Cabe señalar que las particularidades de cada pantalla se describirán en el apartado de procedimiento, ya que éstas variaron dependiendo de las manipulaciones experimentales realizadas en cada grupo, por ahora basta señalar las condiciones que permanecieron constantes a lo largo de la tarea.

Se empleó una pantalla para cada bloque de imágenes que se tenían que agrupar. En cada una de éstas aparecían las imágenes colocadas en una fila de nueve fotografías en el caso del pre-entrenamiento y en tres filas de diez fotografías en el caso de la tarea experimental, y debajo de éstas se encontraban dos o tres recuadros (según la fase del estudio) para agrupar las imágenes. Con el fin de facilitar la distinción entre los conjuntos que se podían formar, arriba

⁵ En el caso particular del pre-entrenamiento, las imágenes estuvieron bordeadas por un marco negro y se emplearon fotografías que representaban entidades o eventos de manera indistinta, únicamente se controló que no representaran alguno de los hechos científicos mostrados durante la tarea experimental, ya que el objetivo de esta fase era únicamente familiarizar al niño con la tarea y el uso del programa. Ver Anexo 1

de cada recuadro aparecía una leyenda que señalaba el número de grupo (i.e. Grupo 1 y Grupo 2) como se muestra en la Figura 2.

En cada uno de estos recuadros había tantos espacios para colocar las imágenes como imágenes para agrupar hubiera, de manera que en el pre-entrenamiento hubo nueve espacios en cada recuadro, mientras que en las pantallas de la tarea experimental había 30 espacios en cada uno, por lo que era posible agrupar todas las imágenes en un mismo conjunto. Esto se hizo con la finalidad de no proporcionar a los participantes indicios respecto del número de imágenes que debía ir en cada grupo, y por lo tanto, de no influenciar en sus criterios de agrupación.

En cada una de las pantallas de agrupación se encontraba un botón en la parte inferior derecha que permitía avanzar a la siguiente pantalla. Este botón tenía la palabra FIN en el caso de la pre y postprueba (ver Figura 2) y la frase ¿TERMINASTE? HAZ CLICK AQUÍ, en el caso de las pantallas de entrenamiento y prueba.

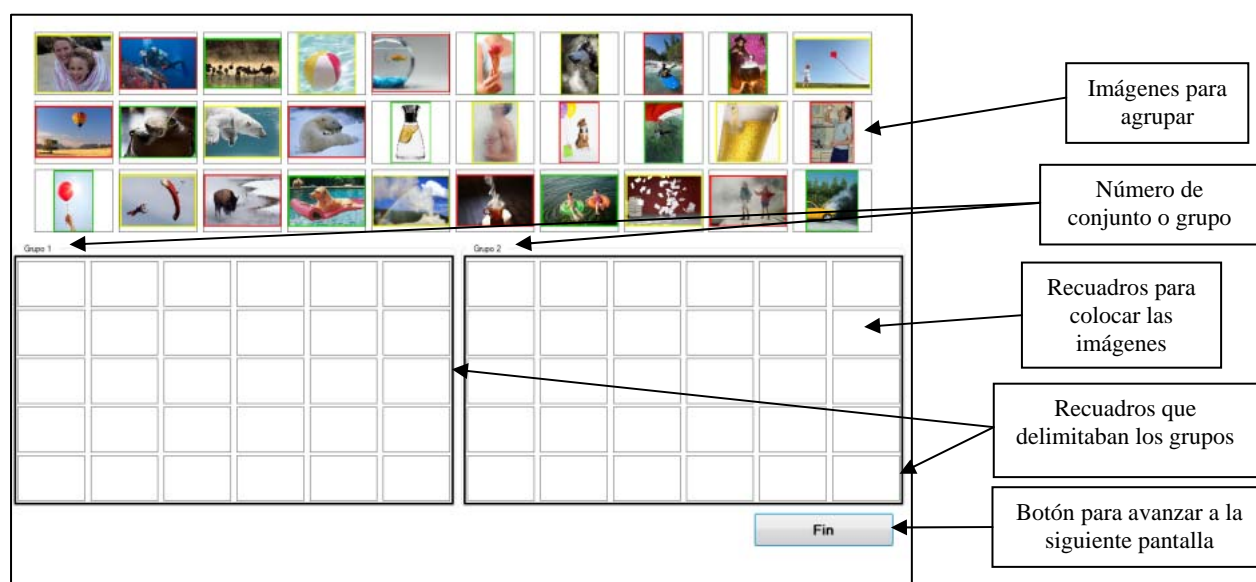


Figura 2. Muestra un ejemplo de las partes que componían una de las pantallas de agrupación en la preprueba.

La mecánica general para agrupar una imagen consistía en colocar el cursor del mouse sobre una de éstas y arrastrarla hasta uno de los espacios colocados dentro de cada recuadro y soltarla. El programa permitía acomodar las imágenes en el recuadro y espacio que se deseara y, en el caso de la pre y postprueba, era posible mover las imágenes de un lugar a otro y cuántas veces lo deseara el participante. Cabe señalar que el programa registraba cada uno de los movimientos de imágenes que hacía el participante durante la tarea.

A continuación se describe el procedimiento bajo el cual se llevó a cabo la manipulación de las variables experimentales a lo largo de la tarea.

Procedimiento

El estudio se llevó a cabo en cinco sesiones en las que se sometió a los cuatro grupos a un pre-entrenamiento, a una preprueba y a una postprueba, así como a cuatro fases de entrenamiento en las que se proyectaban cuatro bloques de imágenes en cada una; al final de cada fase de entrenamiento se sometía al participante a una prueba. Las diferencias entre una fase y otra consistían en el criterio de agrupación que se le entrenaba al participante, como se muestra en la Tabla 2. Cabe señalar que todos los grupos pasaron por las mismas fases, la diferencia entre éstos fue el tipo de entrenamiento al que fueron sometidos (ver Tabla 1).

Pre-entrenamiento	Fase 1				Fase 2				Fase 3				Fase 4				Postprueba
	Entrenamiento en Color				Entrenamiento en Entidades				Entrenamiento en Eventos ordinarios				Entrenamiento en Casos del hecho científico				
	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Prueba	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Prueba	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	Prueba		
	1				1				1				1				1
Sesiones																	

Tabla 2. Muestra las fases a las que fueron sometidos los cuatro grupos experimentales.

Las particularidades de cada etapa del procedimiento se describen a continuación.

Pre-entrenamiento

Esta etapa tuvo la finalidad de familiarizar al participante con el uso del programa, los diferentes tipos de instrucciones y la tarea de agrupación, así como determinar si éste cumplía los criterios establecidos para continuar en el estudio. Para tal efecto, el experimentador proporcionaba las siguientes instrucciones:

“Hola, gracias por aceptar participar en este estudio. ¿Sabes qué es lo que vas a hacer aquí? (se daba un momento para que el niño contestara). Lo que vamos a hacer es jugar en la computadora. Es un juego sencillo, lo único que tienes que hacer es seguir las instrucciones que van a aparecer en la pantalla. Y para ello vas a usar el mouse y el teclado de esta computadora. ¿Tienes alguna pregunta? (se daba un momento para que el participante hiciera las preguntas que deseara y el investigador las contestara). En total vas a venir por cinco días a jugar y cada día te voy a registrar en una lista, si vienes durante los cinco días vas a recibir un premio. Es importante que sepas que esto no es un examen y no va a contar para tu calificación, pero es bueno que lo hagas lo mejor que puedas para que sigas avanzando a las siguientes etapas del juego. ¿Tienes alguna pregunta? Comenzamos.”

El experimentador corría el programa que iniciaba con una pantalla en la que el participante tenía que escribir su nombre y su edad. Debajo de estos rubros se le preguntaba si sus datos estaban correctos y se mostraba un botón con la palabra LISTO, el cual se activaba hasta que el participante hubiera escrito en ambos campos, como se muestra en las figuras 3 y 4.

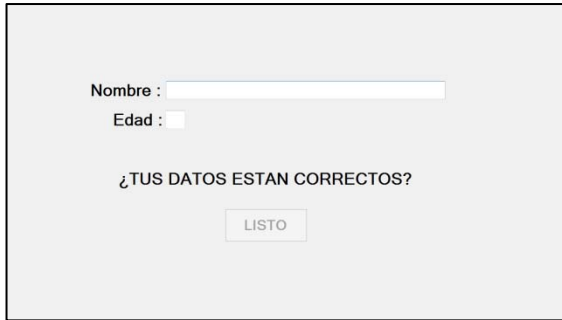


Figura 3. Muestra la primer pantalla del pre-entrenamiento con el botón LISTO sin activar.

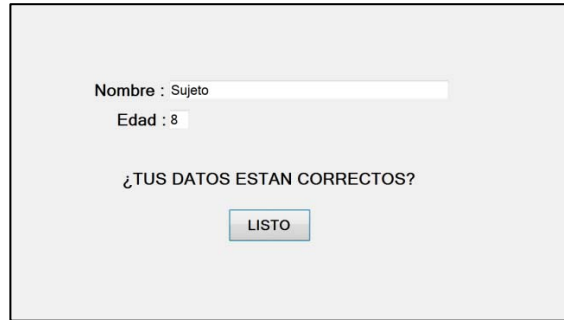


Figura 4. Muestra la primer pantalla del pre-entrenamiento con el botón LISTO activo.

En la siguiente pantalla aparecía un recuadro en la parte superior, en la que se indicaba al participante que tenía que formar grupos con las imágenes que se le mostraban (ver Figura 5). Cabe señalar que estas imágenes representaban eventos de la vida ordinaria que no pertenecían a ninguno de los hechos científicos que se entrenaban durante las condiciones experimentales. Se dieron las siguientes instrucciones.

“La primera parte del juego consiste en formar grupos con estas imágenes”.



Figura 5. Muestra la segunda pantalla del pre-entrenamiento con las instrucciones iniciales.

Cuando el participante presionaba el botón de CONTINUAR aparecía la siguiente pantalla en la que se le daban las instrucciones de agrupación de las imágenes:

*“Puedes poner las imágenes que quieras en cada grupo. Deberás agrupar las imágenes de acuerdo a algo que **tengan en común**. Para formar un grupo, deberás colocar*

el mouse sobre la imagen y arrastrarla al rectángulo en el que quieras agruparla. Puedes cambiar las imágenes de grupo las veces que quieras, hasta que quedes conforme con tu agrupación”.

Con el fin de tener mayor seguridad de que el participante leyera las instrucciones completas y tuviera una mejor comprensión de las mismas, éstas iban apareciendo en recuadros a los cuales el niño tenía que dar *click* con el mouse para que se mostrara la siguiente instrucción. Cabe señalar que si el participante no daba *click* al recuadro para que apareciera la frase siguiente de las instrucciones, el experimentador lo invitaba a que lo hiciera, hasta que aparecieran las instrucciones completas y el botón de INICIAR (ver figuras 6 y 7).

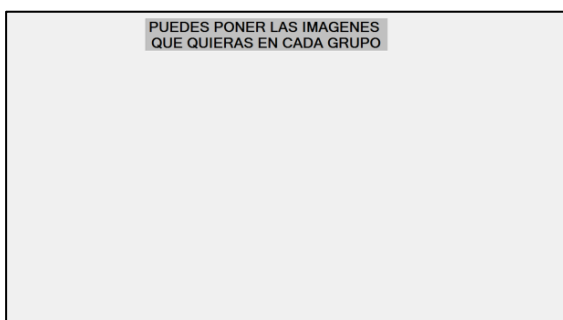


Figura 6. Muestra la pantalla del pre-entrenamiento con la primera fase de las instrucciones de agrupación.

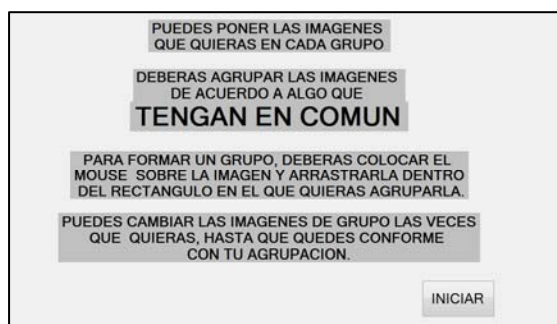


Figura 7. Muestra la pantalla con el despliegue completo de las instrucciones de agrupación

La siguiente pantalla (ver Figura 8) tenía la finalidad de asegurar que el participante hubiera comprendido las instrucciones y aclarara sus dudas antes de iniciar con la tarea, para lo cual se le preguntaba *¿Estás listo para comenzar?*, si el participante daba *click* en SI avanzaba a la siguiente pantalla, pero si daba *click* en NO, regresaba a la pantalla de las instrucciones y el experimentador respondía a las dudas del participante.

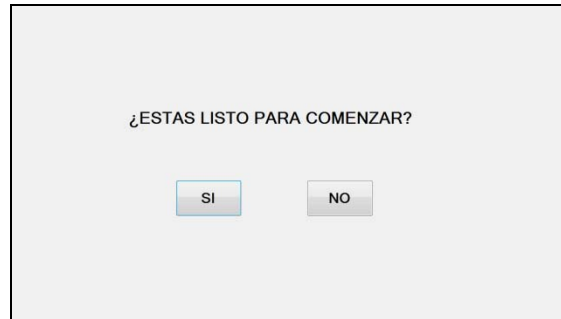


Figura 8. Muestra la pantalla preliminar a la agrupación de las imágenes

En la parte superior de la siguiente pantalla aparecían 9 imágenes que el participante tenía que agrupar en tres recuadros que estaban en la parte inferior. Una vez que terminaba de formar las agrupaciones, daba *click* en el botón de FIN y avanzaba a la siguiente pantalla. El niño podía dejar imágenes sin agrupar, como se muestra en la Figura 9, ya que esta parte del pre-entrenamiento únicamente tenía la finalidad de registrar si el participante podía mover las imágenes de un recuadro a otro, así como identificar si entendía las instrucciones de agrupación, por lo que el registro de remanentes no se consideró relevante.

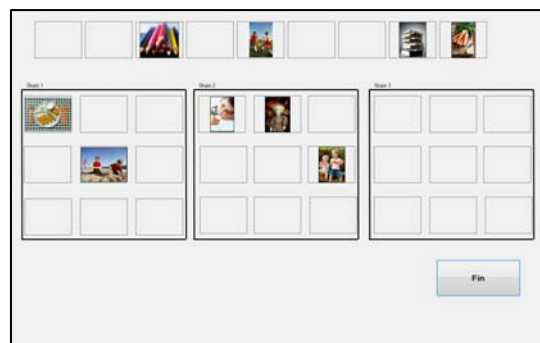


Figura 9. Muestra la pantalla de agrupación con algunas imágenes agrupadas

Posteriormente aparecía una pantalla en la que se mostraba al participante el primer recuadro con las imágenes que había agrupado en la pantalla anterior; arriba de este grupo se encontraba la siguiente instrucción: “Haz *click* aquí y responde” (ver Figura 10).

Cuando el participante lo hacía, aparecía la siguiente pregunta: “¿Qué tienen en común las imágenes de este grupo?”, y al mismo tiempo un recuadro en el que debía escribir su respuesta. En la parte inferior derecha de la pantalla se encontraba un botón con la palabra CONTINUAR, el cual se activaba únicamente cuando el participante escribía su respuesta en el recuadro, como se muestra en las figuras 10 y 11.



Figura 10. Pantalla sin el recuadro de respuesta y con el botón CONTINUAR inactivo.



Figura 11. Pantalla con el recuadro de respuesta, la pregunta sobre las particularidades en común de las imágenes y el botón de CONTINUAR activo.

En las siguientes dos pantallas se repetía el mismo procedimiento, con la diferencia de que se mostraban la segunda y la tercera agrupación, respectivamente. Al terminar, se agradecía al niño su participación y con base en su desempeño el investigador decidía si permanecía en el estudio o se descartaba. Para que el niño continuara en el estudio era necesario que fuera capaz de usar el programa, el mouse y el teclado correctamente, así como de agrupar imágenes de acuerdo a un criterio común. En cada criterio se dieron tres oportunidades al niño para cumplirlo, en caso contrario no era incluido en el estudio, por lo que se agradecía su participación y se le entregaban golosinas por su colaboración. El investigador llevaba el control de las respuestas del participante en una hoja de registro para determinar si cumplía con tales criterios (ver Anexo C).

Cabe señalar que el investigador estaba presente durante toda la sesión pero limitaba su intervención a aclarar preguntas del participante respecto al uso del programa y de las instrucciones, nunca en relación con los criterios de agrupación.

Preprueba y Postprueba

La preprueba se llevó a cabo en la misma sesión que el pre-entrenamiento y la fase 1 de entrenamiento, mientras que la postprueba se realizó de manera independiente en la última sesión. Ambas tuvieron la finalidad de identificar el criterio del participante para agrupar los eventos representados, con la diferencia de que en la preprueba se buscaba identificar el criterio inicial de agrupación del niño y con la postprueba se buscó verificar si el participante modificaba su criterio inicial como efecto de su exposición al entrenamiento recibido según el grupo experimental al que perteneciera, y si era capaz de agrupar distintos eventos como casos del hecho científico de la fuerza de empuje. En cada una de éstas se mostraron al participante 30 imágenes que debía agrupar en dos conjuntos. Se emplearon las mismas imágenes para ambas, se permitieron remanentes en la formación de los grupos y no se proporcionó retroalimentación respecto de la ejecución del participante.

Las particularidades de la pantalla inicial de la preprueba fueron las mismas que en la del pre-entrenamiento, con la diferencia de que en ésta y en las fases subsecuentes el investigador seleccionaba la fase del estudio que se correría a continuación (ver Figura 12).

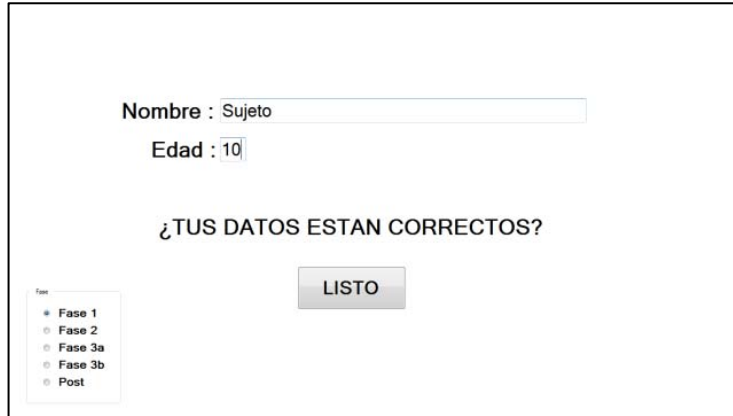


Figura 12. Muestra una pantalla con la selección de la fase 1 para correr en el programa.

En la segunda pantalla se invitaba al participante a jugar y se le preguntaba si estaba listo para iniciar (Figura 13), si presionaba el botón SI, avanzaba a la siguiente pantalla, en caso de que presionara NO, aparecía un mensaje con la leyenda “*Por favor llama al experimentador*” (Figura 14), el cual aclaraba las dudas del participante.

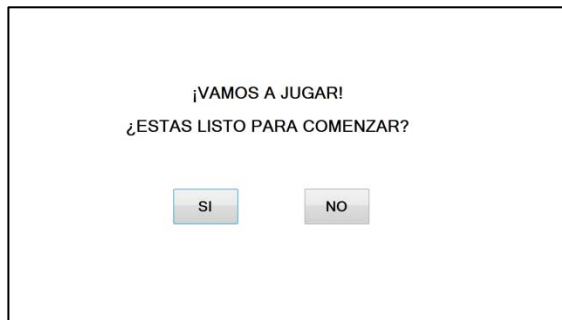


Figura 13. Muestra la pantalla preliminar a la agrupación de las imágenes en la tarea experimental.

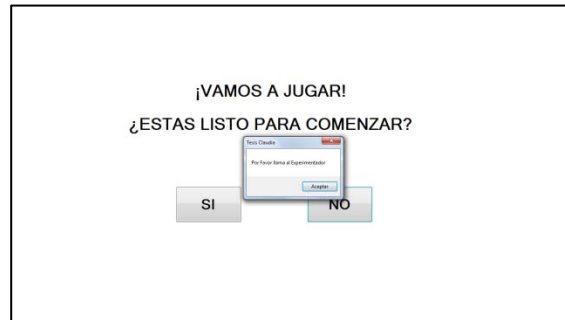


Figura 14. Muestra el mensaje que aparecía cuando el participante presionaba el botón NO.

En la siguiente pantalla aparecía el texto: “*La primera parte del juego consiste en formar dos grupos con estas imágenes.*” Debajo del texto se encontraban colocadas las 30 imágenes que el participante debía agrupar (ver Fig. 15), así como el botón de CONTINUAR, que al ser presionado desplegaba otra pantalla con las siguientes instrucciones:

“Puedes poner las imágenes que quieras en cada grupo. Puedes cambiar las imágenes de grupo las veces que quieras hasta que quedes conforme con tu agrupación. Para comenzar a jugar haz click AQUÍ”. (ver Figura 16).



Figura 15. Muestra la pantalla con las instrucciones iniciales de agrupación en la preprueba y postprueba.

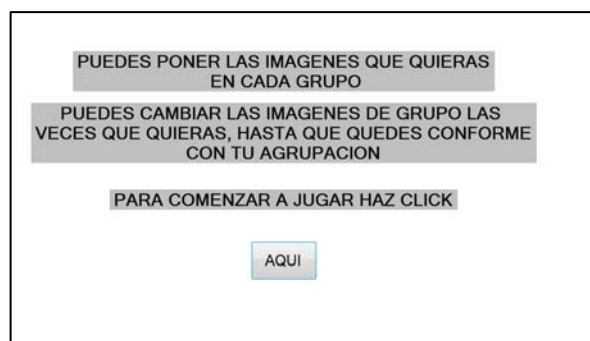


Figura 16. Pantalla con las instrucciones de agrupación en la preprueba y postprueba.

La siguiente pantalla tuvo un arreglo similar a la pantalla de agrupación del pre-entrenamiento, con la diferencia de que el participante tenía que agrupar las 30 imágenes en **dos** conjuntos (ver figuras 17 y 18); el criterio correcto de agrupación era el hecho científico de la fuerza de empuje en un conjunto y el de la termodinámica en el otro.

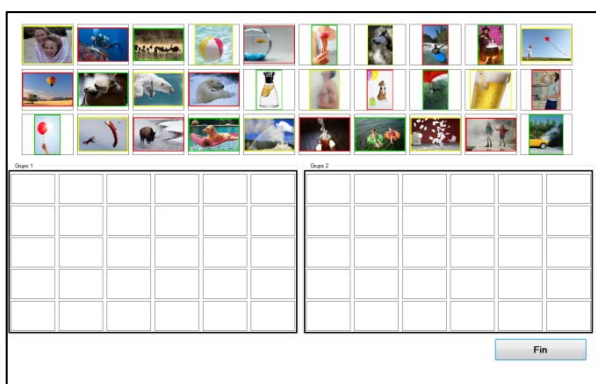


Figura 17. Muestra la pantalla de la pre y postprueba con las 30 imágenes sin agrupar.

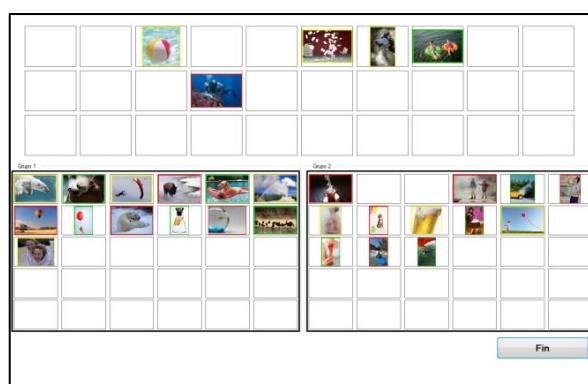


Figura 18. Muestra la pantalla de la pre y postprueba con algunas imágenes agrupadas.

Tal como se llevó a cabo en el pre-entrenamiento, cuando el participante terminaba de agrupar las imágenes se le mostraba el primer grupo que había formado y se le preguntaba qué tenían en común las imágenes de ese conjunto; lo mismo sucedía con el

segundo conjunto. Las particularidades de funcionamiento de estas pantallas fueron las mismas que las empleadas en el pre-entrenamiento (ver figuras 10 y 11).

Finalmente aparecía una pantalla en la que se mostraban juntas las dos agrupaciones que el participante había formado. Las instrucciones fueron las siguientes: *“Ahora observa tus grupos y responde. ¿Qué tienen en común las imágenes de los dos grupos?”*

En las figuras 19 y 20 se muestran las pantallas con el botón de CONTINUAR inactivo y activo, respectivamente, así como con la pregunta sobre las características en común de los dos grupos formados por el participante.



Figura 19. Pantalla de la pre y postprueba que muestra los dos conjuntos formados por el participante, sin el recuadro de respuesta y con el botón CONTINUAR inactivo.



Figura 20. Pantalla de la pre y postprueba con el recuadro de respuesta, la pregunta sobre las particularidades en común de las imágenes y el botón de CONTINUAR activo.

Debido a que la primera fase del entrenamiento se llevó a cabo en la misma sesión que la preprueba, inmediatamente después de la pantalla anterior iniciaba el entrenamiento con una pantalla que mostraba el siguiente texto: *“¡Felicidades! Has pasado a la siguiente etapa del juego. Para comenzar a jugar la segunda etapa haz click aquí”* (ver Figura 21). Las particularidades del entrenamiento se describen a continuación.

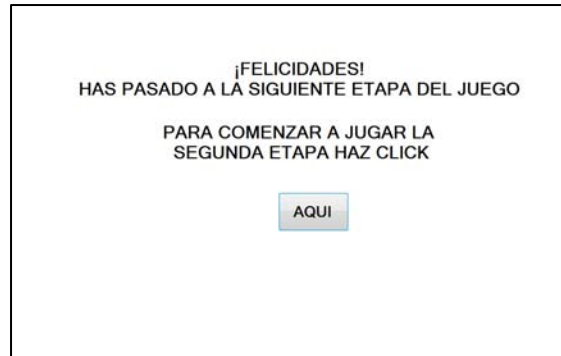


Figura 21. Muestra la pantalla final de la preprueba.

Entrenamiento

Los grupos experimentales pasaron por cuatro fases en las que se pretendió entrenarlos en la identificación de un hecho científico, llevándolos del reconocimiento de propiedades aparentes hasta aquellas que sólo son identificables de manera abstracta. Para tal efecto, en la Fase 1 se entrenó a los participantes a identificar el color del marco de la imagen (amarillo, rojo o verde), en la Fase 2 se les entrenó en la identificación de las entidades representadas en tales imágenes (personas, animales u objetos), en la Fase 3 en los eventos mostrados (jugar, pasear o calentar), mientras que en la Fase 4 en los casos del hecho científico (flotar dentro de un fluido, flotar fuera de un fluido o intercambio de temperaturas) (ver Tabla 2). En los cuatro tipos de entrenamiento permanecieron constantes distintas condiciones que a continuación se describen.

Cada fase de entrenamiento estuvo conformada por cuatro bloques distintos de 30 imágenes cada uno; se emplearon los mismos bloques de imágenes en todas las fases. Lo único que varió fue el criterio por el que dichas imágenes debían ser agrupadas, según la fase en la que se encontrara el participante (ver Tabla 2).

Las imágenes debían ser clasificadas en **tres** conjuntos y podían ser agrupadas por el participante en el caso del entrenamiento instrumental o por el investigador en el caso del

entrenamiento observacional. El arreglo de las pantallas del entrenamiento fue similar al de la preprueba y postprueba, con la diferencia de que en cada uno de los tres recuadros para formar los grupos se encontraban tres imágenes que fungían como muestra de las fotografías que debían ir en cada grupo (ver Figura 22).

Se usaron las mismas nueve imágenes de muestra durante todo el entrenamiento, pero éstas se combinaron en conjuntos distintos de tres imágenes cada uno, para mostrar el criterio de agrupación correcto según la fase del entrenamiento. Así mismo, cada grupo de tres imágenes de muestra se colocó en recuadros diferentes en cada bloque, con el fin de asegurar que fueran las propiedades de las imágenes las que regularan la agrupación y no el lugar en el que éstas se encontraban (ver Anexo D en el que se muestra el acomodo en que se presentaron las imágenes de muestra en cada bloque, según el criterio de agrupación que correspondiera).

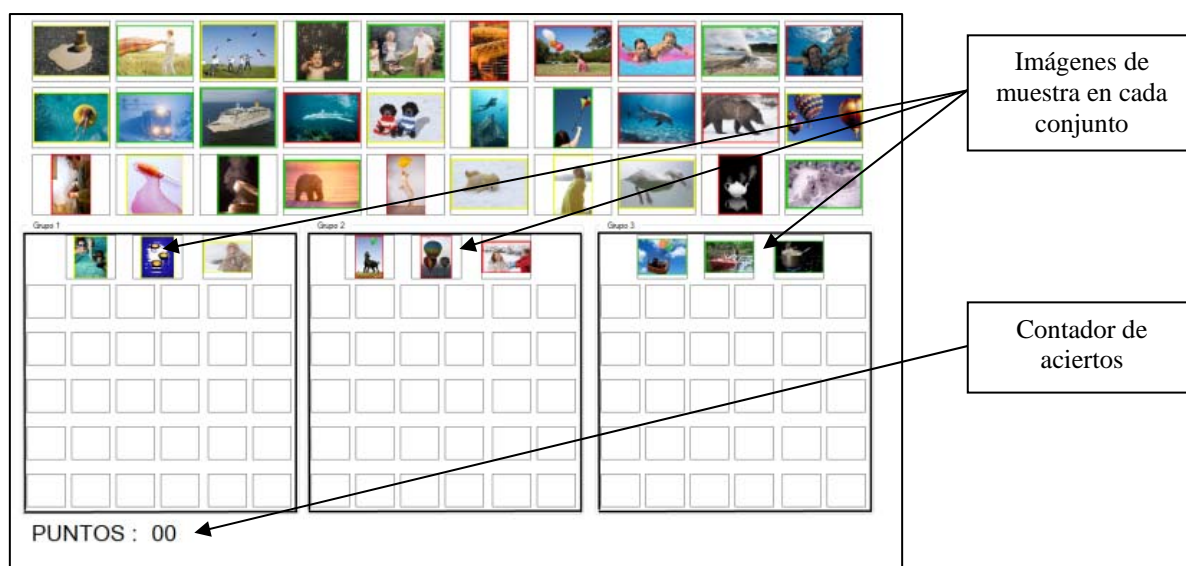


Figura 22. Muestra el ejemplo de una pantalla del entrenamiento.

Por otro lado, se empleó retroalimentación continua, de manera que si el participante o el investigador agrupaba una imagen en un conjunto según el criterio representado en las muestras, la imagen permanecía en ese grupo y se escuchaba un sonido particular (que

indicaba acierto); pero si la imagen era colocada en un grupo incorrecto, la imagen desaparecía y se escuchaba otro sonido (que indicaba error). De esta manera quien agrupaba no tenía la posibilidad de cambiar las imágenes de lugar con lo que se evitaban los aciertos por eliminación. En la esquina inferior izquierda de cada pantalla de agrupación se encontraba un contador de puntos que indicaba de manera acumulativa los aciertos de quien agrupaba las imágenes (ver Figura 22). Los puntos se intercambiaron por golosinas al final de todas las sesiones de entrenamiento. No se permitían los remanentes en los conjuntos, por lo que era necesario agrupar todas las imágenes para avanzar a la siguiente pantalla.

Hasta aquí se han descrito las generalidades del arreglo y la funcionalidad de los estímulos en las pantallas del entrenamiento, a continuación se describen las particularidades de cada tipo de entrenamiento.

Grupo 1: Entrenamiento instrumental con descripción

En este entrenamiento el participante *formaba* los grupos y *describía* las propiedades comunes en las imágenes de los mismos. Las instrucciones fueron las siguientes:

“En esta parte del juego también debes formar grupos con algunas imágenes. Ganarás puntos por golosinas al final del estudio, si acomodas correctamente las imágenes en tres grupos. Si colocas una imagen en el grupo correcto se escuchará un sonido y ganarás puntos, pero si lo haces mal, se escuchará otro sonido y perderás la imagen. Deberás ser cuidadoso, ya que sólo tienes una oportunidad para agrupar cada imagen. Pista: en cada grupo hay tres imágenes correctas que te servirán de guía para agrupar las demás”.

Al presionar el botón de INICIAR el participante avanzaba a la siguiente pantalla en la que se le preguntaba si estaba listo para comenzar, si presionaba SI aparecía la primera

pantalla de agrupación, pero si presionaba NO, regresaba a la pantalla de las instrucciones y el experimentador respondía las dudas del participante (ver Figura 8).

En la siguiente pantalla aparecía el primer bloque de imágenes para agrupar, como se mostró en la Figura 22 y, dado que no se permitían los remanentes, el botón “TERMINASTE? HAZ CLICK AQUÍ”, que permitía avanzar a la siguiente pantalla, aparecía hasta que eran agrupadas todas las imágenes (ver Figura 23).

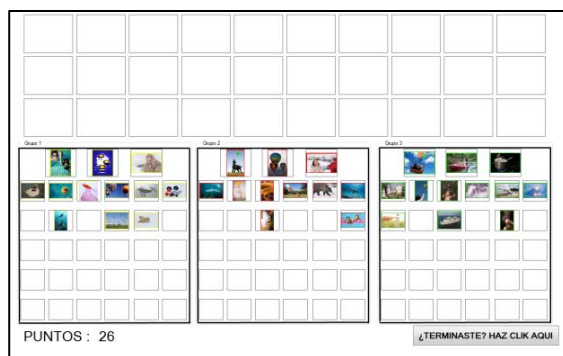


Figura 23. Muestra la segunda pantalla del entrenamiento con todas las imágenes agrupadas.

Posteriormente, tal como se llevó a cabo en el pre-entrenamiento, y la pre y postprueba, aparecían en pantallas independientes cada uno de los grupos que el participante había formado, y se le preguntaba qué tenían en común las imágenes agrupadas en cada conjunto, así como las características comunes de los tres grupos, como se muestra en las figuras 24 y 25. Las particularidades de funcionamiento de estas pantallas fueron las mismas que las empleadas en las etapas mencionadas (ver figuras 20 y 21).



Figura 24. Pantalla del entrenamiento instrumental con la solicitud de descripción de un grupo.



Figura 25. Pantalla del entrenamiento instrumental con la solicitud de descripción de los tres grupos.

Con tal descripción terminaba el primer bloque y comenzaba uno nuevo, en el cual aparecía una pantalla en la que se invitaba al participante a agrupar otras imágenes. Las instrucciones eran las siguientes: “¡Terminaste! Te invito a que lo hagas ahora con las siguientes imágenes”. En la siguiente pantalla se le recordaban las instrucciones de agrupación de la siguiente manera:

“Recuerda que: ganarás puntos si acomodas correctamente las imágenes en tres grupos. Si colocas una imagen en el grupo correcto se escuchará un sonido y ganarás puntos, pero si lo haces mal, se escuchará otro sonido y perderás la imagen. Pista: en cada grupo hay tres imágenes correctas que te servirán de guía para agrupar las demás.”

Enseguida aparecía una nueva pantalla con el segundo bloque de imágenes y se seguía el mismo procedimiento hasta completar los cuatro bloques, al final de los cuales el participante era expuesto a la prueba.

Las particularidades de la prueba se describirán más adelante, por ahora basta mencionar que en las fases subsecuentes la sesión iniciaba con la pantalla de datos de identificación del participante y el experimentador seleccionaba la fase del estudio a correr; las instrucciones eran las mismas en las cuatro fases.

Grupo 2: Entrenamiento instrumental sin descripción

En este entrenamiento el participante *agrupaba* las imágenes pero *no describía* las características en común de éstas en sus agrupaciones. Por lo tanto, la formación de los grupos se llevó a cabo bajo las mismas condiciones que en el entrenamiento anterior y las instrucciones fueron las mismas, con la diferencia de que al final de la agrupación de cada bloque de imágenes únicamente se le pedía que observara sus agrupaciones, para lo cual se le daban 10 segundos cuando se le mostraban los conjuntos individualmente y 30 cuando se le mostraban los tres juntos. En ambos casos el botón de CONTINUAR aparecía al final del tiempo estipulado (ver figuras 26 y 27). Cabe señalar que una vez que éste aparecía, el participante podía darle *click* y avanzar a la siguiente pantalla cuando lo deseara.



Figura 26. Pantalla del entrenamiento instrumental sin descripción, sin el botón de CONTINUAR.



Figura 27. Pantalla del entrenamiento instrumental sin descripción, con el botón de CONTINUAR.

Grupo 3: Entrenamiento observacional con descripción

Este entrenamiento se caracterizó porque la participación del sujeto consistió en *observar* la ejecución del investigador al agrupar las imágenes y en *describir* las propiedades comunes de las imágenes agrupadas en cada conjunto. El arreglo y funcionamiento de las pantallas

de agrupación fue el mismo que en el entrenamiento instrumental con descripción, con la diferencia que las instrucciones giraron en torno a que el participante observara cómo el investigador formaba los grupos con las imágenes. Las instrucciones fueron las siguientes:

“En esta parte del juego sólo debes observar cuidadosamente la manera en que el investigador forma grupos con algunas imágenes. El investigador ganará puntos si acomoda correctamente las imágenes en tres grupos. Si coloca una imagen en el grupo correcto se escuchará un sonido y ganará puntos, pero si lo hace mal, se escuchará otro sonido y perderá la imagen. El investigador deberá ser cuidadoso ya que sólo tiene una oportunidad para agrupar cada imagen. Pista: en cada grupo hay tres imágenes correctas que le servirán de guía para agrupar las demás”.

El investigador mostraba la misma ejecución para todos los participantes que consistía en agrupar correctamente el 80% de las imágenes.

Grupo 4: Entrenamiento observacional sin descripción

Este entrenamiento se llevó a cabo bajo las mismas condiciones y con las mismas instrucciones que el *observacional con descripción*, con la diferencia de que al participante no se le pedía que describiera el criterio de agrupación de los conjuntos formados por el investigador, sino que únicamente los observara, y al igual que en el entrenamiento *instrumental sin descripción*, se le daban 10 segundos para observar cada uno de los conjuntos de forma individual y 30 segundos para observar los tres conjuntos juntos.

En este tipo de entrenamiento el investigador también mostraba la misma ejecución para todos los participantes, agrupando correctamente el 80% de las imágenes.

Prueba

Al finalizar los cuatro bloques de entrenamiento el participante pasaba a una prueba en la que se le mostraba un bloque de imágenes distintas a las proyectadas en el entrenamiento (las particularidades de estas imágenes se muestran en el Anexo B). La prueba iniciaba con una pantalla en la que aparecía el texto: “*¡Felicidades! has pasado a una nueva etapa del juego*” y en seguida el botón de CONTINUAR, que al ser presionado desplegaba una nueva pantalla en la que aparecían las siguientes instrucciones:

“Deberás acomodar las imágenes en tres grupos de acuerdo a lo que acabas de aprender. No se te dirá si lo que hiciste está bien o no. Tendrás una sola oportunidad para agrupar cada imagen. OJO: en esta ocasión no habrá imágenes que te indiquen cuáles van en cada grupo”.

En la siguiente pantalla se le preguntaba al participante si estaba listo para iniciar, si presionaba SI, se presentaba la pantalla de agrupación, pero si presionaba NO, aparecía un cuadro de texto que le indicaba que llamara al investigador, el cual aclaraba sus dudas.

Posteriormente aparecía la pantalla de agrupación en la cual no se mostraban imágenes de muestra, ni aparecía el contador de puntos como en las pantallas de entrenamiento puesto que no se daba retroalimentación al participante. Tampoco se permitían los remanentes en la formación de los grupos, por lo que el botón de *¿TERMINASTE? HAZ CLICK AQUÍ* permanecía inactivo hasta que el participante terminaba de agrupar todas las imágenes (ver Figura 28). Al dar click en este botón, aparecía la pantalla final con el siguiente texto: “*¡Felicidades! Terminaste con esta fase del juego*”. Con esta pantalla concluía la fase del entrenamiento.

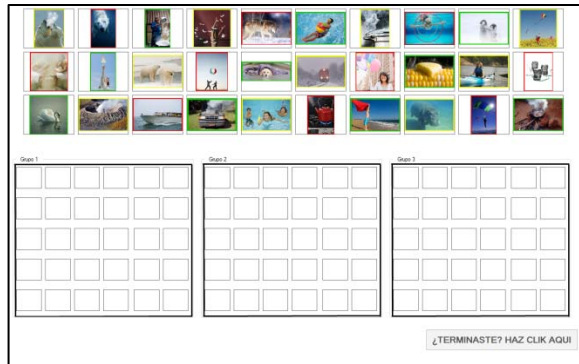


Figura28. Muestra el arreglo de la pantalla de la prueba con las imágenes sin agrupar y con el botón para continuar inactivo.

Es importante señalar que al momento de diseñar el programa no se consideró pertinente pedir descripciones en la condición de prueba con la intención de que ello fungiera solamente como variable independiente en los grupos en los que se éstas se requerían, por lo que una vez que el participante terminaba de agrupar las imágenes aparecía la pantalla final del programa en el que se le felicitaba y se le indicaba que había terminado con esa fase del juego.

Análisis de datos

El análisis de datos se llevó a cabo considerando los aciertos y errores en la ejecución del sujeto en las distintas fases del estudio, a partir de lo cual se obtuvo un índice de ajuste al criterio entrenado en cada una de las fases y en cada uno de los sujetos. Este índice se determinó por la fórmula: $\frac{\text{aciertos}}{\text{errores} + \text{aciertos}} \times 100$. El objetivo de obtener este índice fue contar con una medida única de comparación entre los sujetos y los grupos. A continuación se describe el análisis de datos que se llevó a cabo de manera particular en cada fase.

Pre y post prueba

Tal como se mencionó en el procedimiento, en esta fase el sujeto debía agrupar las imágenes en dos conjuntos. El criterio correcto era agrupar 15 imágenes de la fuerza de empuje en uno y 15 de la termodinámica en otro, con base en lo cual se contabilizaron los aciertos y errores, y se obtuvo el índice de correspondencia. El dato sobre los aciertos totales en cada una de estas fases se muestra de forma comparativa por sujeto en las gráficas representadas en la Figura 30, mientras que el índice de ajuste se empleó para realizar un análisis grupal cuyo objetivo fue determinar si se observaba un cambio en las agrupaciones de la pre a la postprueba. Para tal efecto, se promediaron los índices de correspondencia de los cinco sujetos, en cada grupo, obteniendo así un índice promedio de ajuste grupal y la desviación estándar entre tales puntuaciones.

Se realizó un segundo tipo de análisis que pretendió evaluar si en los conjuntos formados en la preprueba había dominancia de alguna de las categorías (fuerza de empuje o termodinámica) y si esto cambiaba en la postprueba; en este sentido, el cambio se evaluó en función de si en una fase había dominancia y en otra no. Este análisis se realizó bajo el supuesto de que en los conjuntos formados en la preprueba no habría dominancia de alguna de las categorías científicas, y que gracias al entrenamiento aparecería esta dominancia en la postprueba. Para ello se asignaron valores del 0 al 2 con el fin de indicar el grado del cambio de la siguiente manera:

2 => cuando había cambio en la dominancia categorial de la pre a la postprueba en los dos conjuntos formados en cada una de tales fases.

1 => cuando el cambio se daba sólo en uno de los conjuntos.

0 => cuando no había cambio en ninguno de los conjuntos.

En la Tabla 3, se muestra un ejemplo de la forma en que se asignaron los valores en el análisis realizado.

		¿Hubo dominancia categorial en la Preprueba?	¿Hubo dominancia categorial en la Postprueba?	Sub total	Valor final
Sujeto 1	Conjunto 1	No	Sí	1	2
	Conjunto 2	No	Sí	1	
Sujeto 2	Conjunto 1	No	Sí	1	1
	Conjunto 2	No	No	0	
Sujeto 3	Conjunto 1	Sí	Sí	0	0
	Conjunto 2	Sí	Sí	0	

Tabla 3. Muestra un ejemplo de la asignación de valores a la dominancia categorial en la pre y postprueba.

Cabe señalar que se consideró la posibilidad de que en la preprueba se observara dominancia categorial y en la postprueba ello no fuera así, en cuyo caso se asignaría un valor negativo al dato ya que este sería considerado como un cambio no deseado, en el sentido de que se esperaría que el entrenamiento favoreciera la dominancia de la categoría entrenada, y no lo contrario. Sin embargo, como se mostrará en los resultados esto no ocurrió.

Por otro lado, dado que en la pre y postprueba se pedía al sujeto que describiera los criterios de su agrupación, también se analizaron estas descripciones en términos de su correspondencia con el criterio de ajuste en cada conjunto, de manera que se tenían los siguientes valores:

2 => La descripción dada en los dos conjuntos cambió de la pre a la postprueba.

1 => La descripción sólo cambió en un conjunto.

0 => La descripción no cambió en ninguno de los conjuntos.

En este caso se asignó un valor positivo al dato cuando la descripción en la postprueba era acorde al criterio y un valor negativo en caso contrario. En la Tabla 4 se muestra un ejemplo de la asignación de valores a las descripciones.

		¿Su descripción cambió de la pre a la postprueba?	¿La descripción corresponde al criterio?	Sub total	Valor final
Sujeto 1	Conjunto 1	Sí = 1	Sí = +	1	2
	Conjunto 2	Sí = 1	Sí = +	1	
Sujeto 2	Conjunto 1	Sí = 1	Sí = +	1	1
	Conjunto 2	No = 0	No aplica	0	
Sujeto 3	Conjunto 1	No = 0	No aplica	0	0
	Conjunto 2	No = 0	No aplica	0	
Sujeto 4	Conjunto 1	Sí = 1	No = -	-1	-2
	Conjunto 2	Sí = 1	No = -	-1	
Sujeto 5	Conjunto 1	Sí = 1	No = -	-1	-1
	Conjunto 2	No = 0	No aplica	0	
Sujeto 6	Conjunto 1	Sí = 1	No = -	-1	0
	Conjunto 2	Sí = 1	No = -	-1	

Tabla 4. Muestra un ejemplo de la asignación de valores a las descripciones en la pre y postprueba.

Por otro lado, se analizó el contenido de las descripciones elaboradas por los sujetos en la pre y postprueba, identificando si éstas habían sido o no realizadas con base en los criterios entrenados en el estudio. Los datos mostraron que los participantes hicieron sus descripciones en términos de: a) entidades, b) eventos, c) hecho científico y, d) irrelevantes. Se incluyó la última categoría para agrupar aquellas descripciones en las que no se hacía referencia a ninguno de los criterios entrenados; ejemplos de este último tipo de descripciones son los siguientes: “algunas tratan de lo mismo”, “que puedes enfermarte si no te cuidas” o “que todos debemos estar juntos”.

Cabe señalar que bajo el rubro de descripciones elaboradas en términos de hechos científicos no se esperaba encontrar descripciones que emplearan los términos de “fuerza de empuje” o “termodinámica”, ya que los participantes no fueron entrenados para ello, sino que se buscaba que emplearan términos que les permitieran incluir en un mismo conjunto los dos casos de la fuerza de empuje entrenados en la última fase y que incluyeran los casos de la

termodinámica, como el intercambio de temperatura, en otro conjunto. Un ejemplo de una descripción categorizada como de un hecho científico de la fuerza de empuje es: “son cosas que flotan en el agua o se elevan en el aire”, mientras que un ejemplo de una descripción en términos de la termodinámica sería: “cosas que se evaporan o derriten”. Como puede verificarse, en ninguno de los casos previamente citados se emplean propiamente los términos científicos de delimitan el hecho, pero sí se emplean términos que permiten agrupar a los eventos que lo conforman.

Los datos fueron analizados de forma grupal de tal manera que se obtuvo el porcentaje de ocurrencia de cada uno de los tipos de descripción de los dos conjuntos elaborados en la pre y postprueba, para cada uno de los cuatro grupos experimentales.

Entrenamiento y Prueba

Como se mencionó en el procedimiento, el entrenamiento estuvo conformado por cuatro fases y una prueba al final de cada una de éstas; cada fase de entrenamiento a su vez, estuvo conformada por cuatro bloques de imágenes que debían ser agrupadas en tres conjuntos. Dado que el índice de correspondencia se obtuvo con base en el número de aciertos y errores, es importante señalar que, aunque se procuró que el número de imágenes en cada conjunto equilibrado, la cantidad de aciertos posibles en cada uno era distinto de un bloque a otro y de una fase a otra (ver Anexo D en el que se detalla el número de imágenes correctas en cada bloque y fase de entrenamiento y prueba). Así mismo, dado que en los grupos 3 y 4 el investigador era quien agrupaba las imágenes, estos datos no fueron analizados, sino que únicamente se analizó la ejecución de los sujetos de los grupos 1 y 2, quienes fueron sometidos a un entrenamiento instrumental con y sin descripción, respectivamente.

Para llevar a cabo este análisis, se obtuvo un promedio de los índices de ajuste de los cuatro bloques en cada una de las fases de entrenamiento por sujeto y posteriormente se obtuvo un promedio de los índices de correspondencia de los cinco sujetos para obtener un dato por fase de entrenamiento.

Los datos fueron analizados de manera similar en la prueba, con la diferencia de que dado que ésta estaba conformada por un solo bloque de imágenes, únicamente se calculó el promedio de los índices de correspondencia que lograron los sujetos de cada grupo en cada una de las cinco pruebas.

Capítulo III

Resultados

La Figura 29 muestra el índice promedio de ajuste de cada uno de los grupos en la pre y postprueba. Las barras grises representan los índices de ajuste en la preprueba, mientras que las negras en la postprueba. La línea horizontal segmentada representa el índice mínimo de ajuste esperado en la postprueba (.80).

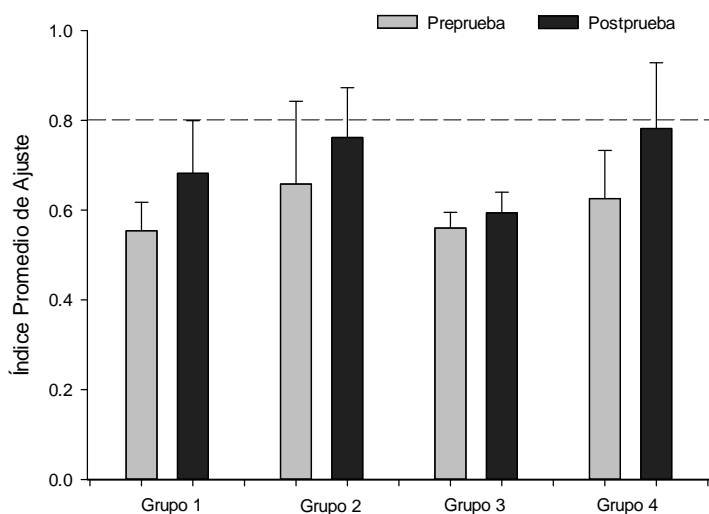


Figura 29. Se muestra el índice promedio de ajuste en cada uno de los grupos, en la pre y postprueba.

Se observa, en ambas fases, que ninguno de los grupos obtuvo un índice promedio igual o superior a .80. Sin embargo, en la postprueba hubo un aumento en el índice de ajuste en todos los grupos, en comparación con lo logrado en la preprueba, siendo el Grupo 4 (observacional sin descripción) el que logró el puntaje mayor (.78) seguido por el Grupo 2 (instrumental sin descripción) con un índice de .76. Al hacer una comparación del incremento en el índice de ajuste entre una fase y otra, se observa que el Grupo 1 obtuvo un

incremento de .13, mientras que el Grupo 2 una de .10. Es importante señalar que el grupo con el menor índice de ajuste tanto en la pre como en la postprueba fue el 3 (observacional con descripción) ya que obtuvo un índice de .56 y .59, respectivamente, con un incremento entre fases de .03.

En la Figura 30 se muestran cuatro gráficas que representan dos tipos de datos. Las gráficas de barras muestran el índice de cambio que hubo en la dominancia categorial de la pre a la postprueba en cada uno de los sujetos (representado por las barras color gris oscuro), así como la correspondencia de las descripciones con el criterio de ajuste (representada por las barras gris claro). Los datos de estas gráficas se leen con el eje de las ordenadas de la izquierda. Las gráficas de puntos muestran el índice de ajuste de cada sujeto en la pre y postprueba, cuyos datos se leen con el eje de las ordenadas de la derecha. Los grupos expuestos a la condición de descripción se encuentran representados en la columna de la izquierda, mientras que los de sin descripción en la columna derecha. Así mismo, en la primera fila se ubican los grupos con un entrenamiento instrumental, mientras que en la fila inferior se muestran los grupos con entrenamiento observacional.

En el caso de las gráficas que representan el índice de cambio en la dominancia categorial, se esperaría que en la preprueba no hubiera dominancia de ninguna de las categorías entrenadas y sí en la postprueba, y que además, hubiera correspondencia de la descripción con el criterio de ajuste, en cuyo caso ambas barras mostrarían un valor de 2, indicando que efectivamente el sujeto se ajustó al criterio esperado (discriminación de los hechos científicos de fuerza de empuje y termodinámica). Mientras que en las gráficas que representan el índice de ajuste se esperaría que éste aumentara de una fase a otra, superando el .80. Como puede apreciarse, sólo el sujeto 9 del Grupo 2 (instrumental sin descripción) mostró ambos resultados.

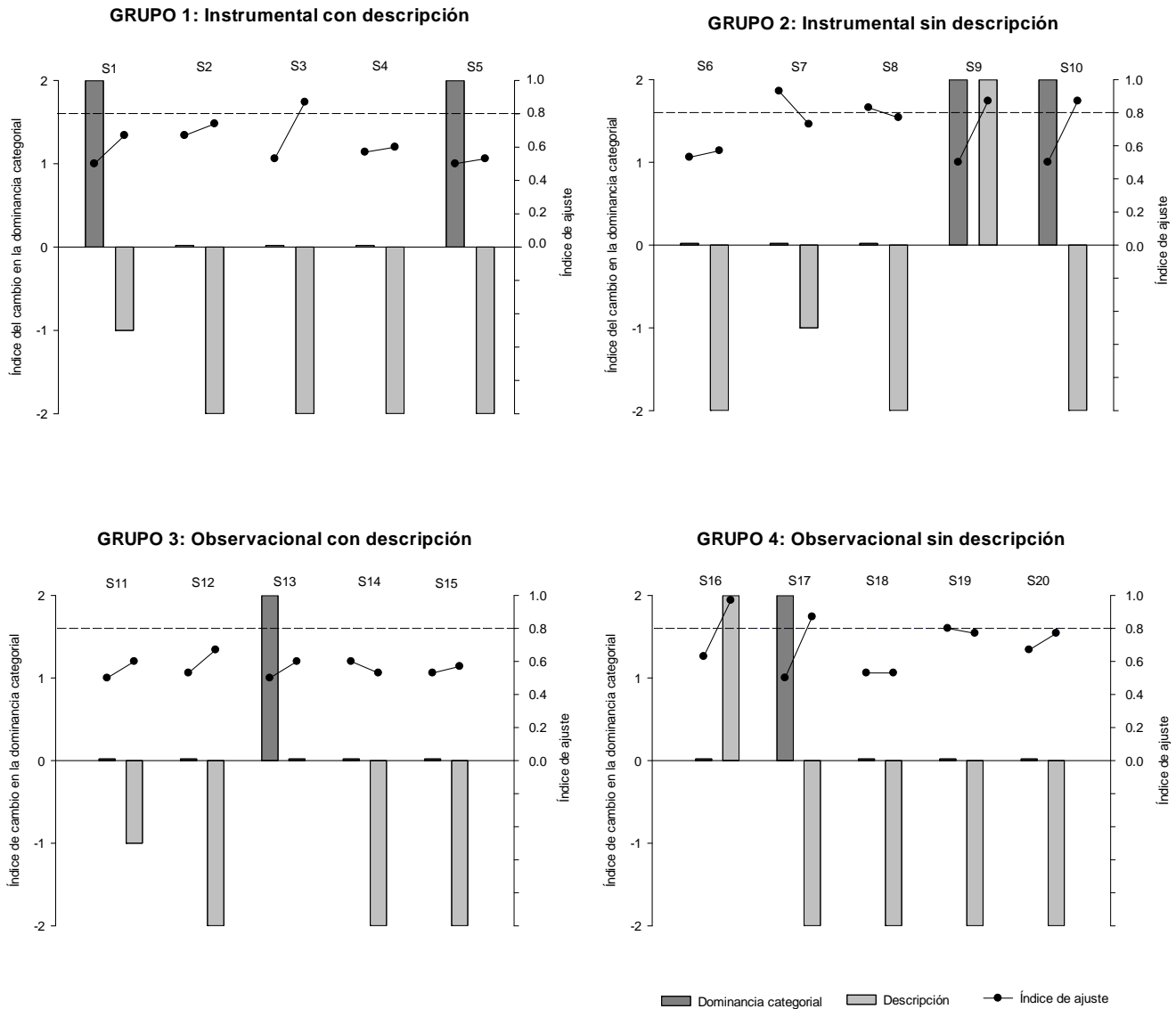


Figura 30. Se muestra el índice de cambio en la dominancia categorial que mostró cada sujeto en los cuatro grupos, así como el índice de ajuste por sujeto en la pre y postprueba, de cada uno de los grupos.

Analizando en detalle cada gráfica de la figura, se observa que en el Grupo 1, tanto el sujeto 1 como el sujeto 5 mostraron cambio en la dominancia categorial, sin embargo, sus descripciones no correspondieron al criterio, ya que obtuvieron un valor de -1 y -2, respectivamente. El resto de los sujetos no mostraron cambio en la dominancia categorial de una fase a otra, pero sí en las descripciones, aunque éstas no correspondieron con el criterio (índices de -2). Sin embargo, todos los sujetos mostraron un aumento en el índice

de ajuste, aunque ninguno obtuvo un índice igual o superior a .80 en la postprueba, con excepción del sujeto 3 que mostró un índice de .87.

En el Grupo 2 los sujetos 9 y 10 mostraron un aumento en el índice de ajuste en la postprueba, ya que éste cambió de .50 a .87, y ambos tuvieron cambio en la dominancia categorial, con la diferencia de que el sujeto 10, a pesar de modificar sus descripciones, éstas no correspondieron al criterio de ajuste (índice de -2). Así mismo, en este grupo ocurrió un caso interesante, ya que a pesar de que los sujetos 7 y 8 obtuvieron un índice de ajuste en la preprueba de .93 y .83, respectivamente, éste disminuyó al exponerse al entrenamiento, ya que en la postprueba mostraron un índice de .73 y .77, respectivamente. Además, ambos sujetos no mostraron cambio en la dominancia categorial de una fase a otra, y sus descripciones, a pesar de cambiar en la postprueba, no correspondieron al criterio de ajuste (índices de -1 y -2), lo cual también ocurrió con el sujeto 6, quien obtuvo índices de ajuste de .53 y .57 en la pre y postprueba, respectivamente, así como un índice en la correspondencia de la descripción de -2.

En el Grupo 3, los datos indican que sólo el sujeto 13 mostró un cambio en la dominancia categorial, sin embargo, no modificó sus descripciones. Así mismo, este sujeto y otros tres (11, 12 y 15) aumentaron el índice de ajuste de la pre a la postprueba, aunque ninguno fue igual o superior a .80, mientras que el sujeto 14 disminuyó de .60 a .53. Todos los sujetos, excepto el 13, modificaron sus descripciones, pero ninguna correspondió al criterio de ajuste.

Finalmente, en el Grupo 4 el sujeto 16 modificó sus descripciones de acuerdo al criterio de ajuste, además de que mostró un aumento en el índice de la pre a la postprueba (de .63 a .97). Sin embargo, se observa que no mostró cambio en la dominancia categorial de una fase a otra. El sujeto 17, por su parte, también logró un aumento en el índice de

ajuste en la postprueba (de .50 a .87), además de que cambió la dominancia categorial y sus descripciones, aunque éstas no correspondieron al criterio de ajuste (índice de -2). Ocurrió algo similar con los sujetos restantes (18, 19 y 20), quienes cambiaron sus descripciones sin que éstas correspondieran al criterio (todos tuvieron un índice de -2), pero además no mostraron cambio en la dominancia categorial. La diferencia entre estos tres sujetos radica en que el 20 mostró un índice de ajuste mayor en la postprueba (de .67 a .77), mientras que el sujeto 18 permaneció igual (.53 en ambas fases) y el sujeto 19 bajó de .80 a .77.

En resumen, se aprecia que todos los sujetos cambiaron las descripciones sobre el criterio de sus agrupaciones, pero la mayoría de éstas no correspondieron al criterio de ajuste, ya que sólo el sujeto 9 del Grupo 2 (instrumental sin descripción) y el sujeto 16 del Grupo 4 (observacional sin descripción) dieron descripciones acordes al criterio. Por otro lado, se observa que la gran mayoría de los sujetos (15 de 20) aumentaron su índice de ajuste de la pre a la postprueba, pero sólo 5 de ellos obtuvieron un índice superior a .80; de los cuales dos pertenecían al Grupo 2 (instrumental sin descripción), dos al Grupo 4 (observacional sin descripción) y uno al Grupo 1 (instrumental con descripción). Finalmente, se observa que el entrenamiento instrumental ya fuera con o sin descripción, en comparación con el entrenamiento observacional, mostró mayor cambio en la dominancia categorial, ya que en los grupos 1 y 2 hubo dos sujetos en los que se observó este resultado, sin embargo, el hecho de que sólo hayan sido dos sujetos los que presentaron dicho cambio no permite hacer una aseveración contundente respecto a dicho efecto.

Por otro lado, la Figura 31 muestra el porcentaje del tipo de descripciones elaboradas por cada grupo en la pre y postprueba, con relación a si éstas se hicieron o no en términos de las categorías que se entrenaron a lo largo del estudio (color, entidades, eventos, hecho científico). En la fila superior se muestran los datos de los grupos expuestos

a un entrenamiento instrumental con y sin descripción, mientras que en la fila inferior se ubican los grupos que fueron sometidos a un entrenamiento observacional, con y sin descripción.

En la gráfica que muestra los datos del grupo instrumental con descripción puede apreciarse que durante la preprueba los participantes elaboraron sólo dos tipos de descripciones, siendo las catalogadas como irrelevantes las que ocuparon el mayor porcentaje (70%), en comparación con las descripciones en términos de eventos (30%). Sin embargo, en la postprueba la distribución fue distinta, ya que el mayor porcentaje de descripciones, es decir, el 90%, fueron elaboradas en términos de entidades, mientras que el 10% restante fueron hechas en términos de eventos; destaca el hecho de que en la postprueba los participantes ya no elaboraron descripciones irrelevantes.

En el grupo instrumental sin descripción el 40% de las descripciones elaboradas en la preprueba se hicieron en términos irrelevantes, mientras que el 30% fueron hechas en términos de eventos y el 10% de entidades. En la postprueba, las descripciones irrelevantes elaboradas en este grupo representaron sólo el 20%, las de eventos aumentaron a un 40%, y las descripciones en términos de entidades y de hechos científicos representaron cada una el 20% del total.

Así mismo, en lo que respecta a la preprueba del entrenamiento observacional con descripciones, el 50% de las descripciones elaboradas por los participantes se hicieron en términos de eventos (relación), mientras que un 30% en términos de entidades y un 20% correspondieron a descripciones irrelevantes. Durante la postprueba, la distribución permaneció muy similar entre los eventos y las entidades, representando el 40 y 30%, respectivamente, mientras que el porcentaje de descripciones irrelevantes aumentó de un 20% en la preprueba a 30% en la postprueba.

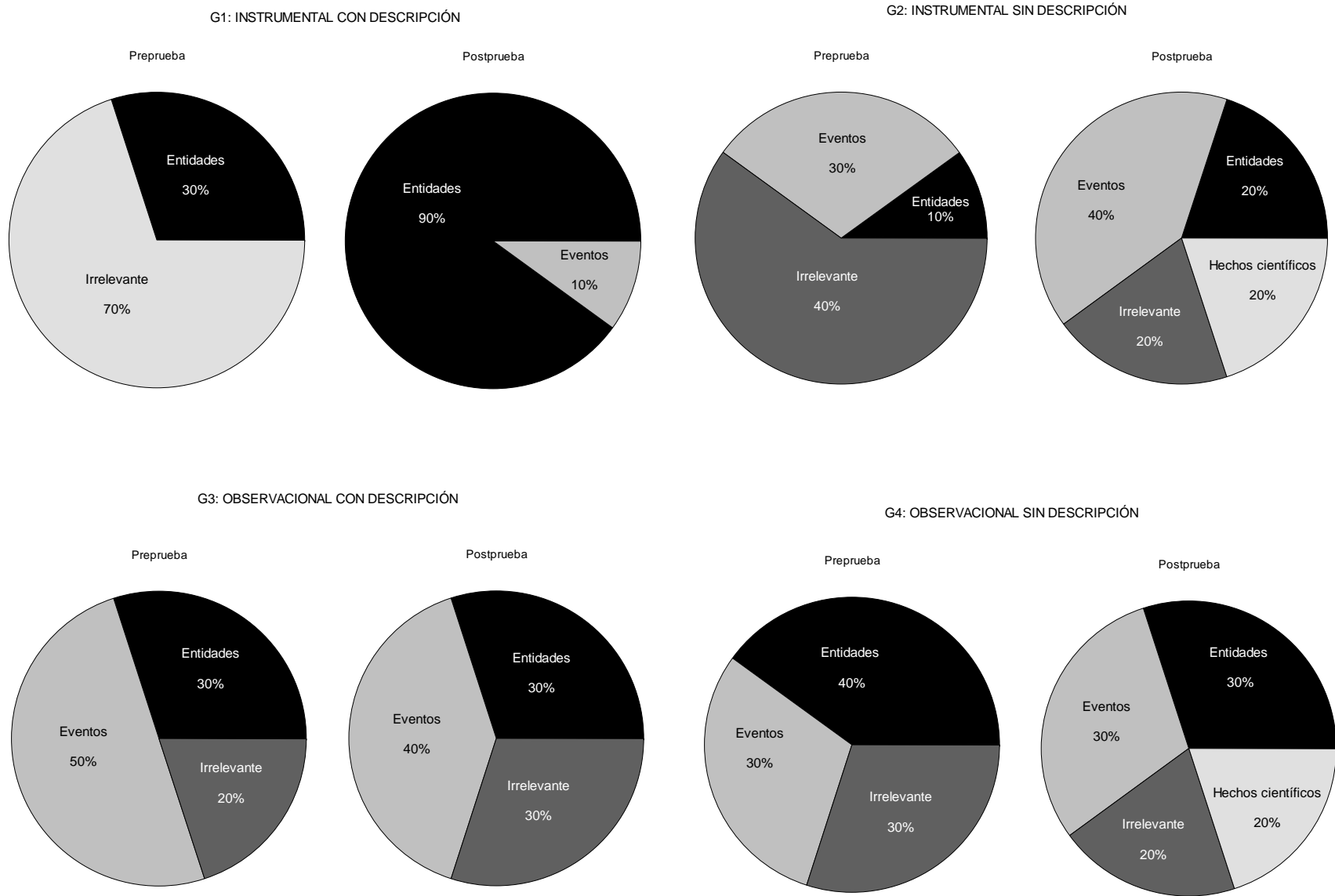


Figura 31. Se muestra el porcentaje del tipo de descripciones elaboradas por cada uno de los grupos en la pre y postprueba.

El grupo observacional sin descripción mostró una distribución más o menos equilibrada en el tipo de descripciones elaboradas en la preprueba, ya que el 40% de éstas se hicieron en términos de entidades, mientras que las de eventos e irrelevantes ocuparon cada una el 30%. En la postprueba, esta distribución tuvo una pequeña variación, ya que las descripciones en términos de entidades bajaron de 40 a 30%, mientras que el porcentaje de las elaboradas en términos de eventos permaneció igual (30%), las descripciones en término irrelevantes bajaron a un 20%, y surgieron el 20% de descripciones elaboradas en términos de los hechos científicos entrenados. Cabe señalar que en ninguno de los grupos se elaboraron descripciones en términos de la modalidad color. Además, no se observaron descripciones en términos de casos del hecho científico de la fuerza de empuje (i.e. el que un cuerpo flote dentro o fuera de un fluido), ni de la termodinámica (i.e. intercambio de temperatura).

En resumen, los grupos instrumentales tuvieron una ganancia similar en lo que respecta a descripciones elaboradas en términos de eventos, ya que en ambos casos aumentaron en 10% este tipo de descripciones. Mientras que las elaboradas en términos de entidades aumentaron del 30 al 40% en el grupo instrumental con descripción y de un 30 a un 40% en el grupo instrumental sin descripción. El grupo observacional sin descripción se comportó de manera similar a los grupos instrumentales, ya que también obtuvo una ganancia del 10% en las descripciones hechas en términos de eventos, y al igual que el grupo instrumental sin descripción, mostró un 20% de descripciones hechas en términos de hechos científicos. Finalmente, el grupo observacional con descripción tuvo el peor desempeño en este rubro, ya que mostró muy poca variación entre una fase y otra, pues las descripciones en términos de entidades permanecieron iguales (30%) y las de eventos disminuyeron de 40 a 30%, además de que las irrelevantes aumentaron un 10%.

Por otro lado, en la Figura 32 se muestra el índice promedio de ajuste de los sujetos en los grupos que fueron sometidos a un entrenamiento instrumental, con y sin descripción. La línea horizontal segmentada representa el índice de .80 esperado durante el entrenamiento.

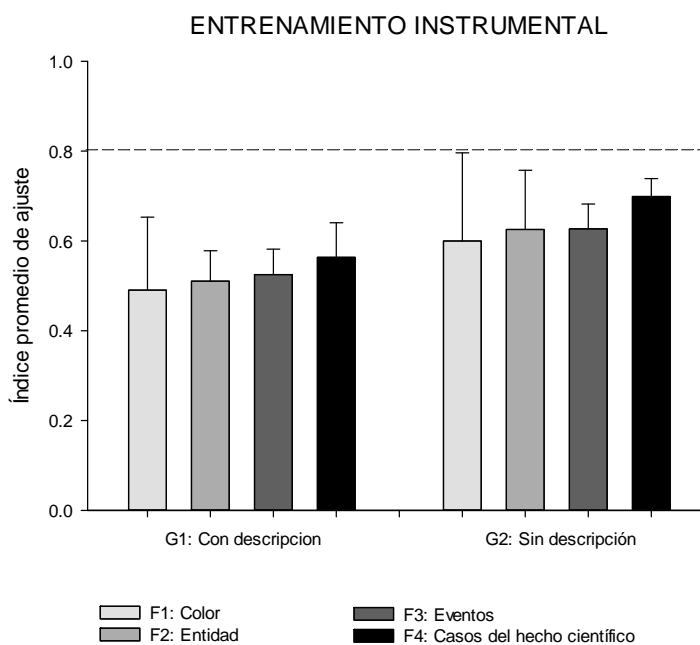


Figura 32. Se muestra el índice promedio de ajuste durante el entrenamiento instrumental en el grupo con y sin descripción.

En esta figura se aprecia que en ambos grupos hubo un aumento gradual en el índice de ajuste durante las fases del entrenamiento. En el Grupo 1 (instrumental con descripción), el índice mostrado en la primera fase, en la que se entrenó el criterio “color”, fue de .49, mientras que en la fase final, cuyo criterio entrenado fue “casos del hecho científico”, el índice alcanzado fue de .56. En el Grupo 2, cuya diferencia en el entrenamiento con el Grupo 1 fue la ausencia de descripción, el índice en la fase inicial fue de .60, mientras que el índice en la última fase fue de .70. Como puede apreciarse, ambos grupos tuvieron un

desempeño similar durante el entrenamiento, aunque el ajuste del grupo instrumental con descripción fue más bajo desde la primera fase que el del grupo sin descripción.

Por otro lado, al analizar el índice de ajuste en el entrenamiento, en comparación con el índice de las pruebas, se observan algunos efectos interesantes que se pueden apreciar en la Figura 33, en la que se representan los índices promedio de ajuste en las fases de entrenamiento y prueba de los grupos sometidos a un entrenamiento instrumental con y sin descripción. Las barras grises representan el entrenamiento, mientras que el índice de ajuste en las pruebas está representado por las barras negras. La línea horizontal segmentada señala el índice de ajuste esperado de .80.

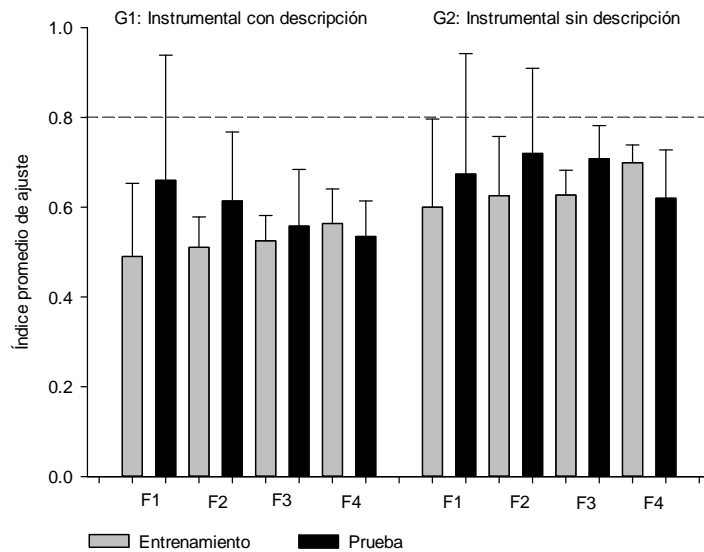


Figura 33. Se muestra el índice promedio de ajuste en el entrenamiento instrumental y las pruebas en los Grupos 1 y 2.

En esta figura se observa que el Grupo 1 (instrumental con descripción) logró un mejor ajuste en las pruebas que en las fases de entrenamiento. Sin embargo, es posible apreciar que a medida que el índice de ajuste se incrementó durante el entrenamiento, éste fue disminuyendo de forma gradual en las pruebas, de manera que el mejor ajuste se obtuvo

en la prueba de la Fase 1 (.66), cuyo criterio de agrupación fue el color, y el índice de ajuste más bajo en la Fase 4 (.53), en la que los sujetos tenían que agrupar casos del hecho científico (.53). Como puede observarse en las pruebas de este grupo sucedió el efecto contrario a lo que pasó en el entrenamiento, en el que el mejor ajuste se dio en la Fase 4 (.56), y el peor en la Fase 1 (.49).

Por otro lado, en el Grupo 2 (instrumental sin descripción) ocurrió un efecto similar, ya que como se mencionó con anterioridad, el ajuste en el entrenamiento aumentó de forma gradual, pero a diferencia del Grupo 1, se observó un mejor índice de ajuste desde la primera fase del entrenamiento y en las pruebas, además de que el mayor porcentaje de aciertos se logró en las pruebas de las Fases 2 y 3 (.72 y .71, respectivamente) en las que el criterio de agrupación eran entidades y eventos, respectivamente, a diferencia del Grupo 1, en el que el mejor ajuste se obtuvo en la primera fase (.66). En ambos grupos, el índice de ajuste más bajo durante las pruebas se observó en la prueba de la Fase 4 (agrupación por casos del hecho científico), en la que el Grupo 1 logró un ajuste de .53 y el Grupo 2 uno de .63.

En la Figura 34 se muestra el índice de ajuste logrado por todos los grupos durante las pruebas en cada una de las fases del estudio. La línea horizontal segmentada señala el índice de ajuste esperado de .80. Se observa que en ninguno de los casos, salvo en la segunda prueba de los grupos 3 y 4, expuestos a entrenamiento observacional con y sin descripción, respectivamente, los sujetos alcanzaron un índice promedio superior a .80.

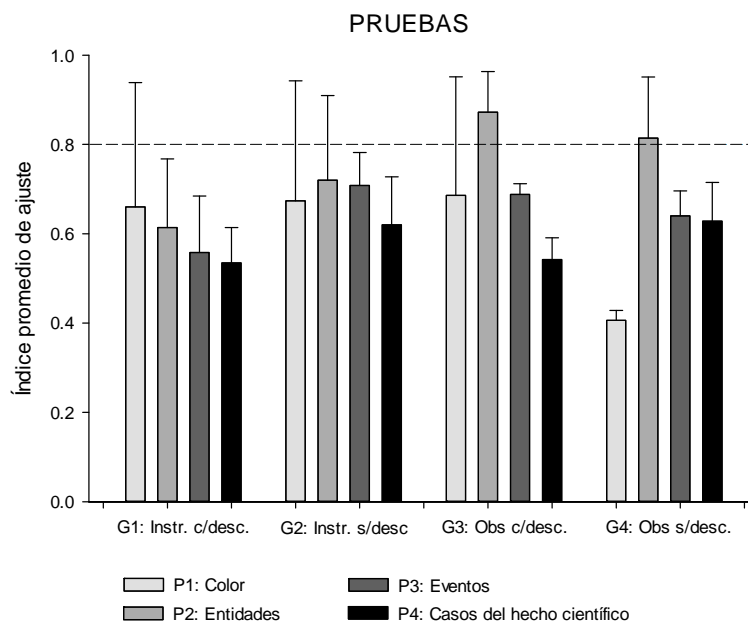


Figura 34. Se muestra el índice promedio de ajuste que obtuvo cada uno de los grupos durante las pruebas del estudio.

En esta gráfica se muestra un efecto que se observó en todos los grupos, con excepción del primero, y que es posible apreciar con mayor claridad en los grupos 3 y 4. En estos grupos ocurrió un aumento considerable en el índice de ajuste durante la segunda prueba (agrupación por entidades) en comparación con la primera (agrupación por color), de manera que en el Grupo 3 el índice de ajuste aumentó de .69 en la prueba 1, a .87 en la prueba 2, y luego fue disminuyendo hasta la prueba 4 en la que este grupo obtuvo un índice de .54. Así mismo, en el Grupo 4, el aumento en el índice de ajuste de la prueba 1 a la 2 fue de .41 a .81, y el índice fue disminuyendo hasta obtener un índice de ajuste de .63 en la prueba 4. Es decir, en ambos grupos el índice subió en la segunda prueba, y bajó en las siguientes dos pruebas. Es posible apreciar este efecto también en el grupo 2 aunque con menores diferencias en los índices de ajuste entre una prueba y otra, de manera que en la segunda prueba el índice de ajuste incrementó de .67 a .72 y fue disminuyendo hasta la

prueba de la fase 4 en la que se logró un índice de .62. Este efecto no se observa en el grupo 1, ya que como se mencionó con anterioridad, el índice de ajuste de este grupo fue disminuyendo gradualmente desde la primera a la última prueba.

Capítulo IV

Discusión

En términos generales, se planteó que la identificación de hechos científicos se puede concebir como una categorización de los eventos bajo un criterio científico, por lo que el objetivo de esta tesis fue *evaluar los efectos de diferentes tipos de entrenamiento en la agrupación de distintos eventos bajo un mismo criterio definido teóricamente*. Para ello se utilizó una tarea de agrupación que permitiera evaluar si ciertas imágenes que representaban distintos eventos de la vida ordinaria eran categorizados de forma diferencial de acuerdo al criterio que se entrenara, y si el tipo de entrenamiento tenía algún efecto en dicha categorización.

Se propuso una tarea en la que el participante tuviera que identificar criterios cambiantes que variaban en el tipo de propiedades que delimitaban a un mismo conjunto de eventos, las cuales iban de propiedades absolutas a relativas, esperando que el aumento gradual en la complejidad de la identificación facilitara la abstracción del criterio final, que era la inclusión de distintos eventos como casos de un mismo hecho científico. Se esperaba, también, que en la preprueba el participante no agrupara los eventos conforme al criterio que se entrenaría y que, además, no hubiera dominancia de dichas categorías en ninguno de los conjuntos que formara, al tiempo que gracias al entrenamiento, el sujeto discriminara entre los eventos a los que se le exponía, aquellos que formarían parte del hecho científico de la fuerza de empuje y que, por lo tanto, surgiera la dominancia de esta categoría en un conjunto, y en el otro se agruparan los eventos que fungieron como instancias negativas (eventos de la termodinámica).

Se encontró que a pesar de que ninguno de los entrenamientos empleados logró que los participantes obtuvieran el índice de ajuste esperado de .80, éste sí aumentó de una fase a otra. Así mismo, se observaron algunos efectos que fueron constantes en tres de los cuatro tipos de entrenamiento, así como algunas diferencias en el ajuste de los sujetos. Para discutir los resultados, se consideró pertinente dividir este apartado en tres secciones. En la primera de ellas se discutirán los resultados encontrados en las fases de pre y postprueba, en la segunda los hallazgos del entrenamiento y pruebas, mientras que en la tercera se expondrán las conclusiones a las que se llegó a partir de lo discutido en las dos secciones precedentes.

Preprueba y postprueba

Se observó que los cuatro tipos de entrenamiento promovieron un aumento en el índice de ajuste de la pre a la postprueba, es decir, los participantes mejoraron sus agrupaciones en relación al criterio estipulado, sin embargo, sólo cinco sujetos obtuvieron un índice superior a .80 (dos del grupo 2, dos del grupo 4 y uno del grupo 1). Un dato interesante fue el desempeño de dos de los sujetos del grupo instrumental sin descripción y uno del grupo observacional sin descripción, los cuales, por un error metodológico no se descartaron del estudio a pesar de que desde la preprueba cumplieron con el criterio de ajuste estipulado para la tarea de agrupación, al mostrar un índice de .80. Se observó que tales participantes (7, 8 y 19) en lugar de mantener o mejorar su desempeño disminuyeron su ajuste. Diversos autores han encontrado un efecto similar, aunque en tareas distintas a la utilizada en la presente tesis.

Por ejemplo, Ortiz & González (2010), observaron que algunos sujetos, a pesar de haber obtenido buenos desempeños durante el entrenamiento, al ser expuestos a la

postprueba y/o a pruebas de transferencia de complejidad menor, dejaron de comportarse pertinentemente, lo que atribuyeron al posible surgimiento de auto-instrucciones generadas debido a la similitud de las situaciones de la preprueba y postprueba (i.e. mismos estímulos, ausencia de retroalimentación), y la diferencia de éstas con el entrenamiento. De manera similar, Serrano, García & López, (2009) al evaluar los efectos de la retroalimentación de respuestas de igualación, correctas o incorrectas, en la adquisición y transferencia de discriminaciones condicionales, encontraron buenos desempeños durante el entrenamiento, pero bajos durante la postprueba. En las fases de entrenamiento de este estudio avisaban al sujeto cuando cambiaba el criterio de igualación, mientras que en la postprueba ello no se hacía, por lo que atribuyeron el bajo desempeño a la ausencia de dicho aviso (del cambio de criterio).

Sin embargo, en el caso particular de esta tesis, los sujetos respondieron de forma pertinente durante la preprueba, pero dejaron de hacerlo en la postprueba, por lo que no es posible atribuir este efecto a la similitud entre ambas situaciones, como en el caso del estudio realizado por Ortiz & González (2010), ya que de ser así, el sujeto hubiera respondido de manera similar en ambas fases. Así mismo, durante las sesiones de entrenamiento, en ningún momento se le avisó al sujeto cuando el criterio cambiaba de una fase a la otra, por lo que tampoco es posible atribuir el efecto observado a la ausencia de un aviso que señalara el cambio de criterio. En su lugar, parece haber ocurrido que cuando desde un inicio se logran identificar las propiedades pertinentes, el exponerse posteriormente a un entrenamiento en la agrupación de las imágenes en función de propiedades de menor complejidad genera interferencia con el criterio previamente empleado, de manera que, a pesar de que se trate de los mismos estímulos en ambas fases y de condiciones similares (pre y postprueba) el exponerlo a situaciones como las de

entrenamiento, en donde se le enseña a identificar criterios distintos entre una fase y otra, propicia que suponga que debe buscar para cada fase del estudio un criterio diferente al que ya había empleado.

Un caso similar a lo ocurrido en este estudio, y que pudiera contribuir a esclarecer los datos encontrados, es el reportado por Suro (2011) quien se percató que el único participante que había logrado una ejecución exitosa en el entrenamiento mostró una ejecución cercana a cero al exponerse a la prueba. Al cuestionarle sobre este aspecto, el sujeto respondió que al cambiar la situación supuso que se trataba de una tarea con un criterio distinto, por lo que cambió sus respuestas. Al parecer, en ocasiones los participantes actúan como si las pruebas de transferencia o la postprueba, dado que tienen otros estímulos, debieran necesariamente tener también otros criterios de resolución.

Por otro lado, volviendo al estudio de la presente tesis, se encontró que en los cuatro grupos los sujetos modificaron sus descripciones de una fase a otra, pero éstas en ningún caso, salvo en los sujetos 9 y 16, fueron correspondientes al criterio de ajuste. Estos hallazgos sugieren que el exponer al sujeto a cualquiera de los entrenamientos diseñados para este estudio promovió un mejor desempeño en la postprueba, así como la modificación de las descripciones del criterio de agrupación. Sin embargo, el hecho de que éstas no correspondieran al criterio estipulado es un dato que se discute a continuación.

Según los hallazgos en diversos estudios (e.g. Ribes & Rodríguez, 2001; Rodríguez, 2007), el discriminar propiedades y el verbalizar esta discriminación implica dos procesos diferentes. Se ha reportado que en ocasiones el sujeto es efectivo en la tarea, pero no describiendo el criterio empleado para llevarla a cabo (e.g. Ortiz & Cruz, 2011; Ortiz & González, 2010; Ortiz, González, Rosas & Alcaraz, 2006; Rodríguez, Ribes, Valencia & González, 2011), lo cual puede deberse a la falta de pericia del sujeto para elaborar

descripciones o a que la ejecución y la descripción implican dos cosas distintas, por lo que se deben entrenar ambas.

En el presente estudio no se entrenó a los sujetos para describir pertinentemente, sino que se pretendió analizar si el hecho de que describieran o no durante los entrenamientos, cambiaba su manera de categorizar los eventos, e identificar si ello era suficiente para promover que sus descripciones en la postprueba fueran congruentes con el criterio. Podría esperarse que el sujeto fuera incapaz de describir en los términos de la fuerza de empuje o de la termodinámica, ya que no se entrenó el uso de tales términos, sin embargo, como se mencionó en el apartado de “Análisis de datos”, se esperaba que empleara descripciones en términos de eventos que delimitaran los casos pertenecientes a un hecho o a otro, ya que sí se le entrenó en el reconocimiento gradual de los criterios que delimitaban propiedades que hacían posible la inclusión de este tipo de casos como partes de una misma propiedad (hecho científico). El análisis de los términos usados para describir el criterio de agrupación en la pre y postprueba arroja resultados interesantes en este sentido, pues se observó que los entrenamientos favorecieron el cambio en el tipo de términos empleados para elaborar las descripciones. Los grupos instrumentales, con o sin descripción, mostraron un cambio mayor en la distribución del porcentaje del tipo de descripciones usadas, seguidos por el grupo observacional sin descripción.

Los hallazgos encontrados muestran que el entrenamiento instrumental con descripción favoreció de manera importante la elaboración de descripciones en términos de *entidades* (i.e. personas, animales, objetos), mientras que los entrenamientos en los que no se requirió descripción a los sujetos, tanto aquellos expuestos a un entrenamiento instrumental como observacional, favorecieron por igual la emergencia de descripciones en este tipo de términos (un aumento del 10% en cada grupo de la pre a la postprueba). Así

mismo, en relación con la elaboración de descripciones en términos de *eventos* (i.e. jugar, pasear, calentar), los dos entrenamientos instrumentales las aumentaron en un 10%, mientras que el grupo observacional sin descripción no generó cambios en este sentido (se mantuvieron en un 30%). Cabe señalar que en los dos grupos en los que no se requirió descripción, éstas se elaboraron en términos científicos en un 20% en cada uno de ellos.

Por otro lado, el entrenamiento observacional con descripción mostró ser el peor para fomentar el cambio en las descripciones en términos de eventos y hechos científicos, ya que se observó que las descripciones en términos de eventos disminuyeron de una fase a otra (de 50 a 40%), ninguna se hizo en términos de hechos científicos, y aumentaron las descripciones irrelevantes (de 20 a 30%).

Estos hallazgos sugieren que los distintos tipos de entrenamiento promovieron la elaboración de descripciones en términos de entidades y eventos, sin embargo ninguno, salvo en los entrenamientos sin descripción, favoreció la emergencia de descripciones en términos de hechos científicos, aunque en un porcentaje muy pequeño (20%), lo cual no permite aseverar con certeza que la ausencia de descripciones haya sido determinante para que emergieran las descripciones en términos de hechos científicos, en estos grupos. El que ningún entrenamiento haya favorecido la emergencia de descripciones en términos de hechos científicos puede ser explicado por lo señalado por Trigo, Moreno & Martínez, (1995) respecto a que la ejecución exitosa parece ser prerequisite para el desarrollo de descripciones correctas⁶; en el estudio realizado en esta tesis ninguno de los grupos mostró ejecuciones exitosas en la postprueba, por lo que según lo referido por estos autores esto

⁶ Es importante aclarar que la ejecución exitosa en una tarea es un prerequisite, pero no condición suficiente para que se elaboren descripciones que verbalicen el criterio correcto de ejecución, ya que como se ha observado en distintos estudios que han analizado la correspondencia hacer-decir (e.g. Rodríguez, 2007), en tal fenómeno están implicados otros factores tales como los efectos de la retroalimentación recibida durante la resolución de la tarea.

pudo dificultar que los sujetos pudieran elaborar descripciones pertinentes, pues al no identificar el criterio correcto de agrupación (hechos científicos), elaboraron descripciones en función de otros criterios que creyeron correctos.

Por otro lado, en el caso de los entrenamientos observacionales, se encontró que las descripciones fueron muy similares de la pre a la postprueba, con la diferencia de que en el grupo al que se le requirió descripción (Grupo 3) emergieron más descripciones irrelevantes y disminuyeron las hechas en términos de eventos. Estos datos pueden discutirse haciendo referencia a las variables implicadas en el entrenamiento observacional con descripción empleado en este estudio.

En este tipo de entrenamiento el investigador modeló las agrupaciones al sujeto mostrando un índice de ajuste de .80 y se retroalimentó la ejecución del modelo de manera continua. Sin embargo, en las pruebas no se retroalimentó la ejecución del sujeto y no se pidieron descripciones respecto de sus agrupaciones. Según diversos estudios (e.g. Ribes, Barrera & Cabrera, 1998; Ribes, Hickman, Moreno & Peñalosa, 1992), bajo un entrenamiento observacional, en donde no se da retroalimentación en las pruebas, se vuelve más difícil para el sujeto discriminar el criterio relevante de agrupación y por lo tanto, desempeñarse bien en las pruebas. Ello implica que si el sujeto no identificó correctamente el criterio (como lo mostraron los datos de la postprueba, ya que este grupo fue el que obtuvo el menor índice de ajuste y la menor ganancia de la pre a la postprueba), hay mayores posibilidades de que durante el entrenamiento elabore descripciones erróneas y más variadas (como las irrelevantes) para describir su ejecución, lo que puede afectar también su desempeño en la postprueba (debido a la falta de retroalimentación). Sin embargo, esta suposición requiere comprobación experimental, por lo que podría diseñarse un estudio en el que además de retroalimentar las agrupaciones elaboradas por el sujeto, se

le dé información respecto a la pertinencia de éstas, y analizar si efectivamente ello mejora sus descripciones.

Otro aspecto interesante a discutir respecto de estos hallazgos, es el hecho de que, independientemente del entrenamiento, las descripciones se elaboraron en su mayoría en términos de entidades en la postprueba, sin que estos términos se hayan entrenado en el estudio. Como se mencionó en párrafos precedentes, los datos indican que los distintos tipos de entrenamiento fueron efectivos para cambiar los términos usados por los participantes; una posible explicación al hecho de que en su mayoría hayan cambiado a términos de entidades, estriba en que el uso de este tipo de términos, como el hablar de personas, animales, seres vivos o no vivos, implica comportarse en función de categorías que, además de usarse en la vida ordinaria, son reforzadas desde los primeros años de educación, cuando en las clases de biología se enseña al estudiante cómo está conformado el mundo (e.g. Barrera & León, 2004; Chi, 1992; Heit, 1997), a diferencia de los términos de la física (i.e. fuerza de empuje), que se enseñan propiamente hasta la educación secundaria.

De esta manera, Chi (1992) refiere que las categorías que definen los conceptos físicos, implican una mayor complejidad para el niño dado que éste tiende a ver el mundo bajo categorías ontológicas que definen al mundo en términos de sustancias y entidades materiales, lo que los lleva a ver los conceptos físicos tales como el calor, la fuerza, y la velocidad, en tales términos. Desde la perspectiva de este autor, el cambio entre una categoría y otra representa un cambio ontológico (i.e. dejar de ver la fuerza como una sustancia y verla ahora como el resultado de una interacción entre dos cuerpos), lo que provoca que para el niño sea tan complicado ver el mundo bajo las categorías de la ciencia física y propicia que persista en usar las categorías que se le han enseñado, lo que es

reforzado tanto en la escuela como en la vida ordinaria. Dados estos argumentos, es probable que ante situaciones en las que se le requiere al participante una respuesta verbal sobre lo que ve y agrupa, como ocurrió en la pre y postprueba del presente estudio, éste emplee categorías en términos de entidades, dado que éstos son términos que habitualmente usa en la vida ordinaria y en su formación escolar para conocer el mundo, además del hecho de la complejidad que representa para él el cambio entre un tipo de categoría y otra (Chi, 1992).

Por otro lado, la metodología empleada en esta tesis se diseñó con el fin de analizar si el sólo hecho de entrenar a los sujetos para agrupar ciertos eventos bajo distintos criterios, era suficiente para que éstos agruparan correctamente de acuerdo a criterios que delimitaban propiedades abstractas, sin necesidad de brindarles un repertorio verbal que les señalara dichas propiedades y determinar, bajo estas condiciones, qué tipo de entrenamiento facilitaba la identificación de los criterios pertinentes de agrupación. Los datos sugieren que el sólo entrenamiento en la agrupación no fue suficiente, ya que en la postprueba sólo cuatro de 20 sujetos lograron el criterio de ajuste de .80 y, además, emplearon términos que no hacían referencia a eventos que podían ser incluidos como casos de un hecho u otro, lo que sugiere que probablemente estos resultados se deben a la falta de un lenguaje apropiado que les permitiera identificar las propiedades abstractas en los eventos mostrados. Esto, parece destacar el papel de los enunciados teóricos en la atribución e identificación de propiedades relevantes en la realidad (e.g. Hanson, 1985), de manera que se sugiere que una estrategia probablemente más efectiva y pertinente para lograr que los sujetos mejoren sus agrupaciones, sea entrenándolos en el uso del lenguaje científico y no dejar, como fue el caso de este estudio, que éste emergiera como efecto del entrenamiento al que los participantes fueron expuestos al agrupar, ya que el entrenamiento

en el uso de un lenguaje científico orientaría la identificación de las propiedades relevantes en los eventos mostrados.

Finalmente, es importante retomar la discusión sobre el resultado de la falta de correspondencia observada en los sujetos que agruparon correctamente sin ser capaces de verbalizar el criterio de forma adecuada. Más allá de los argumentos esbozados en este capítulo respecto a que la identificación de propiedades y la verbalización de ésta implica procesos distintos y por lo tanto es necesario entrenar dicha correspondencia, los resultados obtenidos llevan a plantearse la pregunta de si efectivamente el sujeto se ajustó al criterio o en realidad atendió a propiedades que no se controlaron en el estudio, pues cabe la posibilidad que el sujeto haya atendido a elementos de la imagen de las que el experimentador no tuvo control.

Se puede argumentar que los participantes que obtuvieron un índice superior al .80 lograron ajustarse categorialmente en el primer tipo de ajuste (por aceptación) propuesto por Ribes (2006), en la medida en que el ajuste en este primer tipo no necesariamente implica el uso de palabras; pero mientras la verbalización del criterio no corresponda con la ejecución, cabe la posibilidad de que a pesar de que logre índices superiores a .80, el sujeto realmente no haya identificado el criterio, por lo que se sugiere la necesidad de plantearse teóricamente si para identificar si efectivamente hubo un ajuste categorial es necesario que la ejecución y la verbalización sean congruentes.

Entrenamientos y pruebas

Al analizar el desempeño de los participantes a lo largo de las sesiones de entrenamiento (en el caso de los grupos expuestos a entrenamiento instrumental), así como en las pruebas, se puede discutir lo siguiente.

En el caso de las sesiones de entrenamiento, al comparar los dos grupos con entrenamiento instrumental no se observan diferencias considerables en los desempeños entre uno y otro, lo cual parece sugerir que la presencia o ausencia de descripciones no tuvo efecto en el desempeño en esta tarea. Parece ser que en el entrenamiento instrumental no hay diferencia en la adquisición de la discriminación de las propiedades relevantes si se requieren o no descripciones al sujeto. Así mismo, se observó que conforme avanzaban las sesiones de entrenamiento, el participante iba identificando con mayor claridad el criterio a pesar de que éste fuera cada vez más complejo. Se esperaría que, en las pruebas, el sujeto lograra transferir este desempeño, y si no era igual o superior que el del entrenamiento, que por lo menos no disminuyera. Sin embargo, al analizar el desempeño del grupo instrumental con descripción, se aprecia que fue descendiendo conforme el criterio requerido se volvía más complejo, lo cual apoya el supuesto planteado en esta tesis de que el ajuste a las categorías se vuelve más complejo conforme éstas delimitan propiedades abstractas o relativas (como los eventos). Llama la atención, sin embargo, el hecho de que conforme avanzaban las fases de entrenamiento mejoraba el desempeño de los participantes; justamente lo contrario a lo ocurrido en las pruebas. Este mismo efecto ocurrió con el grupo instrumental sin descripción aunque con una pequeña variante en las pruebas que más adelante se abordará.

En este sentido, se puede considerar que el aumento gradual en el índice de ajuste conforme se avanzaba en las sesiones de entrenamiento puede deberse a que en estas sesiones el sujeto se exponía a imágenes de muestra a partir de las cuales podía abstraer el criterio de agrupación, además de la retroalimentación que le ayudaba a discriminar la pertinencia de cada una de sus agrupaciones, mientras que en la prueba tales señales no estaban presentes, lo cual podía promover que el sujeto considerara que se encontraba ante

una situación totalmente nueva, lo cual le dificultaba que abstrajera y reconociera que tenía que agrupar bajo los mismos criterios previamente aprendidos (tal como sucedió en el estudio realizado por Suro [2011]).

Al respecto Goldiamond (1966), refiere que las pruebas de transferencia implican que el sujeto atienda a las propiedades relativas de los estímulos para resolver con éxito la tarea, sin embargo, debido a que en éstas no se da retroalimentación, no existe un criterio explícito que permita al sujeto discriminar lo que es relevante. Otros estudios al respecto señalan, también, la importancia de la retroalimentación como un factor crítico que ayuda al sujeto a discriminar lo relevante en la situación (e.g. Ribes, Barrera & Cabrera, 1998; Rodríguez, 2007).

Algo interesante es lo observado en el desempeño en las pruebas de los grupos instrumental sin descripción y observacional con y sin descripción (grupos 2, 3 y 4). En estos grupos el índice de ajuste no bajó en la segunda prueba en comparación con la primera (como en el caso del instrumental con descripción), sino que en esta prueba subió y posteriormente fue bajando de forma gradual, de manera que se encontró que a medida que se complejizaba el criterio el desempeño de los sujetos en las pruebas iba bajando. Cabe señalar que en el grupo instrumental con descripción también ocurrió este efecto, sólo que ocurrió desde la segunda prueba.

Esta situación pudo deberse a que el criterio entrenado en la segunda fase correspondía a identificar entidades (personas, animales y objetos), lo que se pudo haber constituido en propiedades salientes o más significativas, en comparación con la propiedad del color del marco de la imagen debido a que, como se mencionó en párrafos anteriores, uno de los primeros contenidos que se enseñan durante la formación primaria es la clasificación del mundo natural, en donde se distinguen a los animales de las personas, de

las plantas y de los seres inertes (i.e. objetos). Además, este tipo de categorías se emplean frecuentemente en el mundo ordinario, lo cual pudo haber favorecido que los sujetos identificaran con mayor facilidad tal criterio (e.g. Barrera & Sánchez, 2004; Heit, 1997; Pozo, 1999).

En la literatura, se reportan estudios en los que se argumenta que las razones de la dificultad para que el estudiante identifique el mundo a través de criterios científicos se encuentran en el hecho de que los aprendices tienen muy arraigados los conceptos de la vida ordinaria y a que los criterios científicos implican un mayor nivel de abstracción que los primeros (e.g. Pozo, 1999). Sin embargo, tal parece que no se toma en cuenta lo anterior, al esperar que a través de diferentes tipos de exposiciones a los términos y conceptos científicos el estudiante cambie sus conceptos ordinarios para ver el mundo y que empiece a emplear conceptos científicos (e.g. Oliva, 2003; Qian & Alvermann, 2000); cuando esto no ocurre, se habla de una resistencia al cambio, que se observa no sólo en los estudiantes, sino también dentro del modo de conocimiento científico, cuando los teóricos se resisten a cambiar sus categorías para ver al mundo (e.g. Campanario, 2004; Campanario & Otero, 2000; Ribes, 2004).

Los resultados de esta tesis parecen mostrar que para el sujeto implicó un mayor nivel de complejidad la identificación de criterios que delimitan propiedades absolutas, que identificar aquellas que señalan propiedades relacionales (eventos) o relativas (hechos científicos), lo que sugiere que no se puede esperar que con la simple exposición a los términos el sujeto identifique los criterios abstractos; por ello parece necesario considerar la exposición gradual a este tipo de criterios como una metodología pertinente para el reconocimiento de criterios que delimitan propiedades abstractas. La metodología empleada en esta tesis constituye un acercamiento respecto de la consideración de la complejidad de

los criterios que delimitan distintas propiedades, por lo que se considera que haciendo las modificaciones pertinentes de acuerdo a los argumentos teóricos y metodológicos discutidos en este apartado, puede ser de gran utilidad en la evaluación de las variables implicadas en la identificación de un hecho científico.

En conclusión, ninguno de los tipos de entrenamiento fue suficiente para promover que el sujeto realizara agrupaciones conforme a criterios que delimitaban propiedades abstractas como en el caso de los hechos científicos. Sin embargo, el hecho de que el índice de ajuste hubiera aumentado en la postprueba refleja que los entrenamientos sí tuvieron un efecto en las agrupaciones de los participantes, aunque éste no fue suficiente para que se lograra el criterio de éxito (índice de .80), lo cual plantea la necesidad de realizar ajustes metodológicos a la tarea empleada en este trabajo con el fin de identificar con mayor claridad si existe una influencia diferencial de los tipos de entrenamiento empleados.

Uno de estas modificaciones metodológicas tiene que ver con que en esta tesis todos los sujetos fueron expuestos a las mismas sesiones de entrenamiento, sin importar si había logrado el criterio de ajuste esperado en la fase previa, ya que por control experimental se decidió que todos los participantes pasaran por las mismas sesiones de entrenamiento y bajo estas condiciones evaluar qué tipo de entrenamiento facilitaba el reconocimiento de los distintos criterios de agrupación. Pero en diversos estudios (e.g. Quant & Barrios, 2010) se ha observado que establecer un criterio de logro como requisito para que el sujeto pase a las pruebas de transferencia facilita la ejecución exitosa en tareas que implican la identificación de los criterios pertinentes de respuesta. Dado lo anterior, y los resultados obtenidos, se sugiere que en futuras investigaciones no se permita avanzar al sujeto a la siguiente fase hasta que haya adquirido el criterio esperado de ajuste, con el fin de analizar si el reconocimiento de un tipo de criterio sirve de precurrente para la identificación de

propiedades que implican una mayor complejidad, y evaluar si cada una de las categorías entrenadas requiere el mismo número de sesiones, dependiendo del tipo de entrenamiento.

Por otro lado, como se discutió en párrafos anteriores, la metodología empleada permitió observar que para que el sujeto cambie los criterios verbales de agrupación no es suficiente entrenarlo en la identificación de distintos criterios, sino que muy probablemente sea necesario brindarle un entrenamiento verbal que le permita identificar con mayor facilidad las propiedades abstractas que definen el hecho científico. Un estudio realizado por Guerrero (2010), parece evidenciar la utilidad de un entrenamiento de tal tipo, ya que en éste se brindó un preentrenamiento verbal a los sujetos que consistía de tres bloques. En el primero se le mostraban al sujeto dos imágenes y una descripción de las mismas, que tenía que leer; en el segundo bloque el participante tenía que elegir de entre varias opciones de respuesta, aquella que describiera la relación mostrada entre las imágenes, y en un tercer bloque él tenía que escribir la respuesta correcta. En este estudio se observó que el haber sometido a los participantes a este tipo de preentrenamiento, que implica establecer un repertorio lingüístico relacionado con la tarea que debe resolver el participante, aumentó a la precisión de las descripciones poscontacto que el sujeto hacía de su ejecución. En este sentido se sugiere la elaboración de otro estudio en el que antes de exponer a los participantes a la tarea de agrupación se les entrene verbalmente en el reconocimiento de las propiedades de las imágenes y que, además, se les brinden opciones de descripción que incluyan varios términos y criterios que delimiten distintos tipos de propiedades, con el fin de determinar si ello ayuda al sujeto a cambiar el tipo de descripciones empleadas para verbalizar sus criterios de agrupación, y si esto a su vez le facilita mejorar su desempeño.

La presente tesis pretendió ser una contribución para la comprensión y estudio del fenómeno de identificar un hecho científico. Si bien los hallazgos obtenidos no permiten

establecer con certeza qué tipo de entrenamiento facilita la identificación de criterios de agrupación que delimiten propiedades abstractas, como las que definen a los hechos científicos. Sin embargo, aportan información relevante para afirmar el supuesto planteado en esta tesis, respecto a que los criterios que delimitan distintos tipos de propiedades implican también distintos grados de complejidad en su identificación; así mismo, constatan lo referido en la literatura acerca de la dificultad para que los sujetos vean la realidad bajo categorías distintas a las que forman parte de su vida ordinaria (i.e. las categorías de un dominio biológico). Aún quedan muchas cuestiones pendientes ya que, por una parte, se deben superar las faltas metodológicas de este trabajo y, por otra, es clara la necesidad de realizar más estudios que permitan obtener resultados contundentes que faciliten esclarecer qué variables pueden promover el que un estudiante emplee categorías científicas para ver el mundo.

Referencias

- Barrera, K. & León, R. (2004). La identificación, caracterización y clasificación que hacen los niños de los seres vivos en el dominio de la biología. *Revista latina de pensamiento y lenguaje*, 12(2), 143-160.
- Bryce, T. & MacMillan, K. (2005). Encouraging conceptual change: the use of bridging analogies in the teaching of action–reaction forces and the ‘at rest’ condition in physics. *International Journal of Science Education*, 27(6), 737-763.
- Bunge, M. (1975). *La investigación Científica*. La Habana: Ciencias Sociales
- Campanario, J. M. (1997). ¿Por qué a nuestros científicos y a nuestros alumnos les cuesta tanto, a veces, cambiar sus ideas científicas?. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 11, 31-62.
- Campanario, J. M. & Otero, J. C. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(2), 155-169.
- Cepeda, M.L., Hickman, H., Moreno, D., Peñalosa, E. & Ribes, E. (1991). The effect of prior verbal descriptions of stimulus relations upon the performance in conditional discrimination in human adults. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 17 (1 y 2), 53-79.

- Chi, M. T.H. (1992). Conceptual change within and across Ontological Categories: examples from learning and discovery in Science. En R. Giere (Ed.). *Cognitive models of science*. (pp. 129-186). U.S.A.: University Minnesota Press.
- Clark, D. (2006). Longitudinal Conceptual Change in Students' Understanding of Thermal Equilibrium: An Examination of the Process of Conceptual Restructuring. *Cognition and Instruction*, 24(4), 467-563. Obtenido en febrero 17, 2010 de EBSCOhost
- Díaz, V. P., Calzadilla, A. & López, H. (2004). Una aproximación al concepto de hecho. *Revista Austral de Ciencias Sociales*, 8, 3-16.
- Fleck, L. (1986). *La génesis y desarrollo de un hecho científico*. Madrid: Alianza Universidad.
- Fortes, J. & Lomnitz, L. (1991). *La formación del científico en México: adquiriendo una nueva identidad*. México: Siglo XXI.
- Guerrero, A. P. (2010). Efectos de un preentrenamiento verbal y pruebas de transferencia en las descripciones poscontacto contingencial en tareas de discriminación condicional. Tesis de Maestría no publicada: Universidad de Guadalajara.
- Goldiamond, I. (1966). Perception, language and conceptualization rules. En B. Kleinmuntz (Ed.), *Problem solving: Research, method and theory* (pp. 183-224). New York: Wiley.
- Gontero, N. (2006). Notas sobre la teoría del conocimiento de Emile Durkheim, *Voces y Contextos*, 1(2), 1-17.

- Greeno, J. M. & Sax, G. B. (2007). Conceptual Growth in Children and in the Learning Sciences: Giyoo Hatano's Contributions. *Human Development, 50*, 55-64. Obtenido en Febrero 17, 2010, de EBSCOhost.
- Hanson, N. R. (1985, edición castellana). *Patrones de descubrimiento*. Madrid: Alianza Universidad.
- Heit, E. (1997). Knowledge and concept learning. En K. Lamberts and D. Shanks. *Knowledge, concepts, and categories*. (pp. 7-41). Massachusetts: The MIT Press.
- Hewitt, P. G. (1995). *Física Conceptual*. Washington: Addison-Wesley Iberoamericana.
- Hernández, H. E. (2010). Análisis experimental de algunos parámetros involucrados en un ajuste conceptual "por aceptación" en niños de 6 y 7 años de edad. Tesis de Maestría no publicada: Universidad de Guadalajara.
- Kuhn, T. S. (1982). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Lindell, R. S. (2004). Measuring Conceptual Change in College Students' Understanding of Lunar Phases. (pp. 53-56). En M. Heron & S. Franklin. *Physics Education Research Conference*, American Institute of Physics.
- Martínez, H. (1994). Efectos de la variación de la relación temporal entre verbalizaciones y ejecución en una tarea de discriminación condicional. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta, 20*(1), 19-48.

- Mason, L. (2007). Introduction: Bridging the Cognitive and Sociocultural Approaches in Research on Conceptual Change: Is it Feasible?. *Educational Psychologist*, 42(1), 1-7
- Moreno, D., Ribes, E. y Martínez, C. (1994). Evaluación experimental de la interacción entre el tipo de pruebas de transferencia y la retroalimentación en una tarea de discriminación condicional bajo aprendizaje observacional. *Revista Latina de Pensamiento y Lenguaje*, 2(2), 245-286.
- Nissani, M. & Hoefler-Nissani, D. M. (1992). Experimental studies of belief dependence of observations and of resistance to conceptual change. *Cognition and Instruction*, 9(2), 97-111. Obtenido en mayo 27, 2009 de EBSCOhost.
- Nudler, O. (2004). Hacia un modelo de cambio conceptual: espacios controversiales y refocalización. *Revista de Filosofía*, 29(2), 7-19.
- Oliva, J. M. (2003). The structural coherence of students' conceptions in mechanics and conceptual change. *International Journal of Science Education*, 25(5), 539-561.
- Ortiz, G. A. & Cruz, Y. (2011). El papel de la precisión instruccional y la retroalimentación en la ejecución y descripciones poscontacto. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 37(1) 69-87.
- Ortiz, G. A., González, A., Rosas, M. & Alcaraz, F. (2006). Efectos de la precisión instruccional y la densidad de retroalimentación sobre el seguimiento, la elaboración y transmisión de descripciones en tareas de discriminación condicional. *Acta Comportamental*, 14(2), 103-130.

- Ortiz, G. A. & González, V. (2010). Efectos de dos tipos de descripciones precontacto sobre la ejecución instrumental y descripciones poscontacto en tareas de igualación de la muestra. *Acta Colombiana de Psicología*, 13(1), 115-126.
- Özdemir, G. & Clark, D. (2007). An Overview of Conceptual Change Theories. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(4), 351-361. Obtenido en julio 20, 2011 de, www.ejmste.com/index2.html
- Piaget, J. y García, R. (2004). *Psicogénesis e historia de la ciencia* (10ª Ed.). México: Siglo XXI.
- Pozo, J. I. (1999). Más allá del cambio conceptual: el aprendizaje de la ciencia como cambio representacional. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(3), 513-520.
- Qian, G. & Alvermann, D. E. (2000). Relationship between epistemological beliefs and conceptual change learning. *Reading & Writing Quarterly*, 16, 59-74. Obtenido en mayo 27, 2010, de PsycINFO.
- Quant, D. M. & Hernández, A. (2010). Criterio de logro y transferencia del aprendizaje. *Studiositas*, 5(2), 45-55. Obtenido en octubre 10, 2011, de http://portalweb.ucatolica.edu.co/easyWeb2/files/21_5903_criterio-de-logro.pdf
- Quintanilla, P. (2003). Conocimiento, demarcación y elección de Teorías. En A. Chaparroy y C. Schumacher (eds.). *Racionalidad y discurso mítico*. Bogotá: Universidad del Rosario.
- Ribes, E. (1993). La práctica de la investigación científica y la noción de juego del lenguaje. *Acta Comportamentalia*, 1 (1), 63-82.

- Ribes, E. (2004). La enseñanza de las competencias de investigación: ¿un asunto meramente metodológico o un problema de modulación teórica?. *Revista Mexicana de Psicología*, 21(1), 5-14.
- Ribes, E. (2006). Conceptos, categorías y conducta. *Revista Latina de Pensamiento y Lenguaje*, 15(1), 5-23.
- Ribes, E., Barrera, J. A. & Cabrera, F. (1998). Interacción del entrenamiento observacional en igualación de la muestra de primer orden con el tipo de retroalimentación y respuesta de igualación durante las pruebas de transferencia. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 24(1), 339-352.
- Ribes, R., Cabrera, F. & Barrera, A. (1996, 1997). Efectos de distintos tipos de entrenamiento en la emergencia de descripciones en una discriminación condicional de segundo orden. *Revista Latina de Pensamiento y Lenguaje*, 5(1), 3-23.
- Ribes, E., Cabrera, F. & Barrera, J. (1997). La emergencia de descripciones en una discriminación condicional de segundo orden: su relación con el tipo de entrenamiento y la ubicación temporal de las pruebas de transferencia. *Acta Comportamental*, 5(2) 165-197.
- Ribes, E. & Castillo, A. (1998). Interacción del tipo de entrenamiento y el tipo de respuesta de igualación en transferencia en una discriminación condicional de segundo orden. *Acta Comportamental*, 6(1), 5-20.
- Ribes, E., Domínguez, M., Tena, O., & Martínez, H. (1992). Efecto diferencial de la elección de textos descriptivos de contingencias entre estímulos antes y después de

la respuesta de igualación en una tarea de discriminación condicional. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 18,31-59

Ribes, E., Hickman, H., Moreno, D. & Peñalosa, E. (1992). Effects of visual demonstration, verbal instructions, and prompted verbal descriptions on the performance of human subjects in conditional discriminations. *The Analysis of Verbal Behavior*, 10, 23-36.

Ribes, E., Moreno, R. & Padilla, M. A. (1996). Un análisis funcional de la práctica científica: extensiones de un modelo psicológico. *Acta Comportamental*, 4 (2), 205-235.

Ribes, E., Moreno, D. & Martínez, C. (1995). Interacción del entrenamiento observacional e instrumental con pruebas de transferencia verbales y no verbales en la adquisición y mantenimiento de una discriminación condicional. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 21, 23-45.

Ribes, E. & Rodríguez, M. E. (2001). Correspondence between instructions, performance, and self-descriptions in a conditional discrimination task: The effects of feedback and type of matching response. *The Psychological Record*, 51 (2), 309-333.

Ribes, E., Torres, C. & Barrera, J. A. (1995). Interacción del Tipo de Entrenamiento, Morfología de la Respuesta y Demora de la Retroalimentación en la Adquisición y Transferencia de la Ejecución en una Tarea de Igualación a la Muestra de 1er. Orden en Humanos. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 21, 2,145-164.

- Ribes, E., Torres, C., Barrera J. A. & Cabrera, F. (1996). Efectos de la interacción entre tipo de respuesta de igualación y tipo de entrenamiento en la adquisición, mantenimiento y transferencia de una tarea de igualación de la muestra de primer orden. *Revista Latina de Pensamiento y Lenguaje*, 4, 103-118.
- Ribes, E., Torres, C. & Ramírez, L. (1996). Efecto de los modos de descripción en la adquisición y transferencia de una discriminación condicional de segundo orden en humanos adultos. *Acta Comportamentalia*, 4(2) 159-179).
- Rodríguez, M. E. (2007). Adquisición de una discriminación condicional bajo diferentes historias de entrenamiento de correspondencia. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 33(2), 183-203.
- Rodríguez, M. E., Ribes, E., Valencia, L. M. & González, L. F. (2011). Efectos de un entrenamiento observacional con descripciones en la transferencia extradimensional. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 37(2), 155-175.
- Serrano, M., García, G & López, A. (2009). Efectos de la retroalimentación para las respuestas de igualación correctas o incorrectas en la adquisición y transferencia de discriminaciones condicionales. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 35(1), 113-134.
- She, H. C. (2002). Concepts of a higher hierarchical level require more dual situated learning events for conceptual change: a study of air pressure and buoyancy. *International Journal of Science Education*, 24(9), 981-996. Obtenido en mayo 27, 2008 de <http://www.tandf.co.uk/journals>.

Suro, A. L. (2011). Propuesta metodológica para analizar sustitución extrasituacional. Tesis de Maestría no publicada: Universidad de Guadalajara.

Varela, J. & Quintana, C. (1995). Comportamiento inteligente y su transferencia. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 21,47-66.

Vosniadou, S. (2007). Conceptual Change and Education. *Human Development*, 50(1), 47-54. Obtenido en febrero 17, 2010 de EBSCOhost.

Yip, D. Y. (2004). Questioning skills for conceptual change in science instruction. *Journal of Biological Education*, 38(2), 76- 83. Obtenido en mayo 27, 2010 de EBSCOhost.

ANEXOS

Anexo A:

Imágenes empleadas durante el estudio

A continuación se muestran las imágenes que se emplearon en cada una de las fases del estudio. Cabe señalar que el nombre de la imagen no aparecía en las pantallas que se mostraban al participante.

Figura A.1. Imágenes empleadas en el Preentrenamiento



Figura A.2. Imágenes empleadas en la Pre y Postprueba

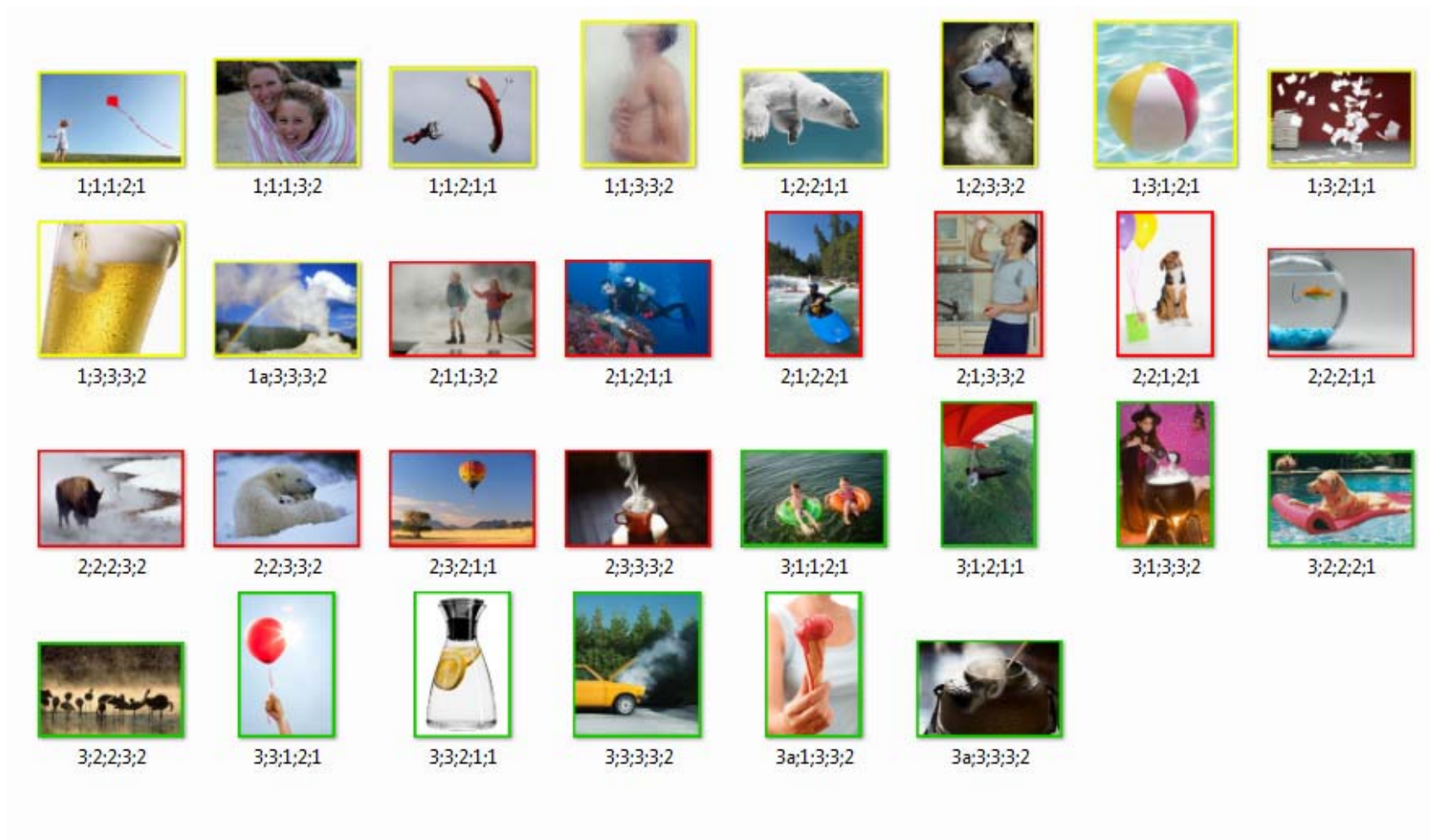


Figura A.3. Imágenes empleadas en el entrenamiento

Bloque 1



Figura A.4 Imágenes empleadas en el entrenamiento

Bloque 2

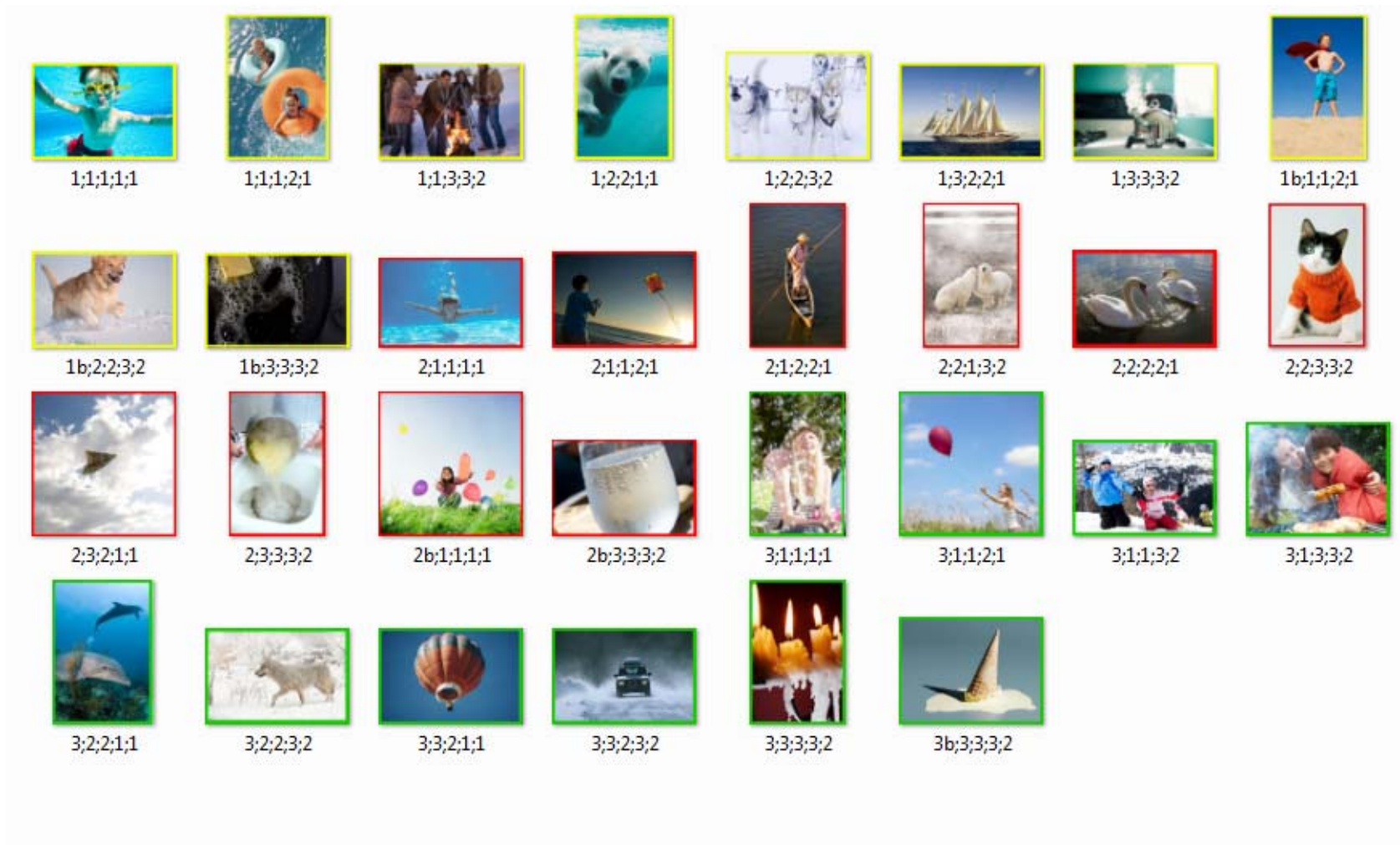


Figura A.5 Imágenes empleadas en el entrenamiento

Bloque 3

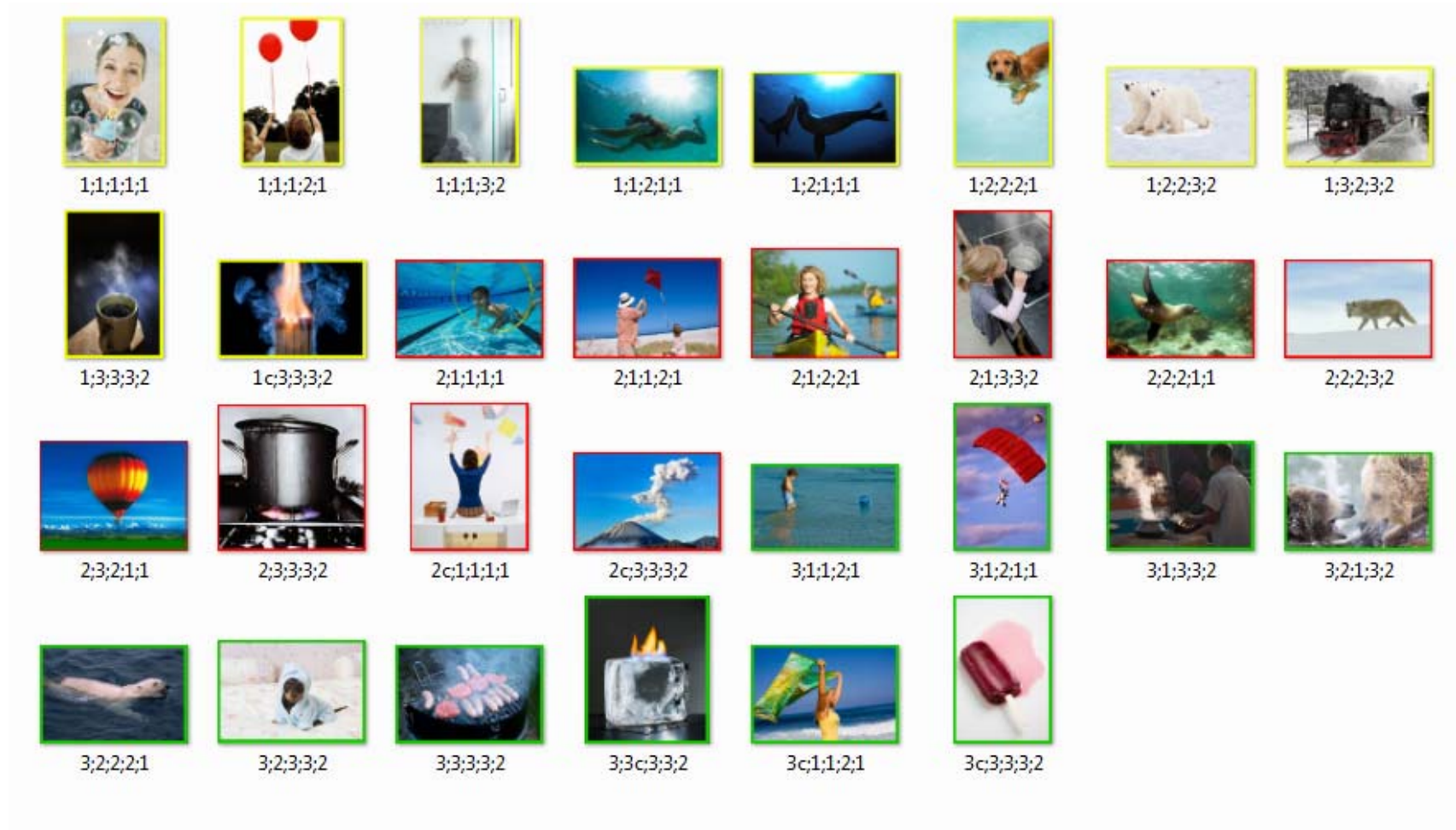


Figura A.6 Imágenes empleadas en el entrenamiento

Bloque 4

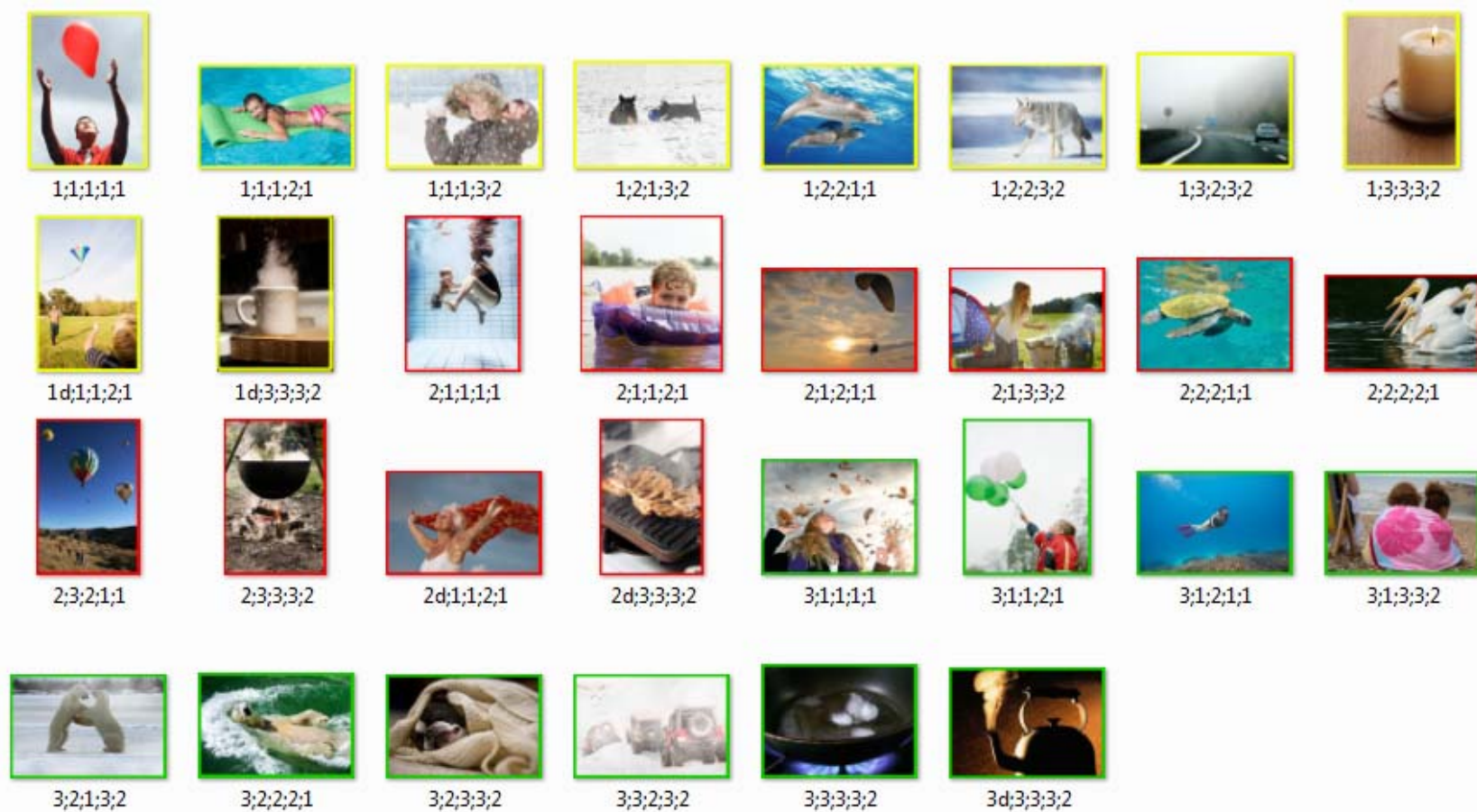


Figura A.7 Imágenes empleadas durante las fases de Prueba

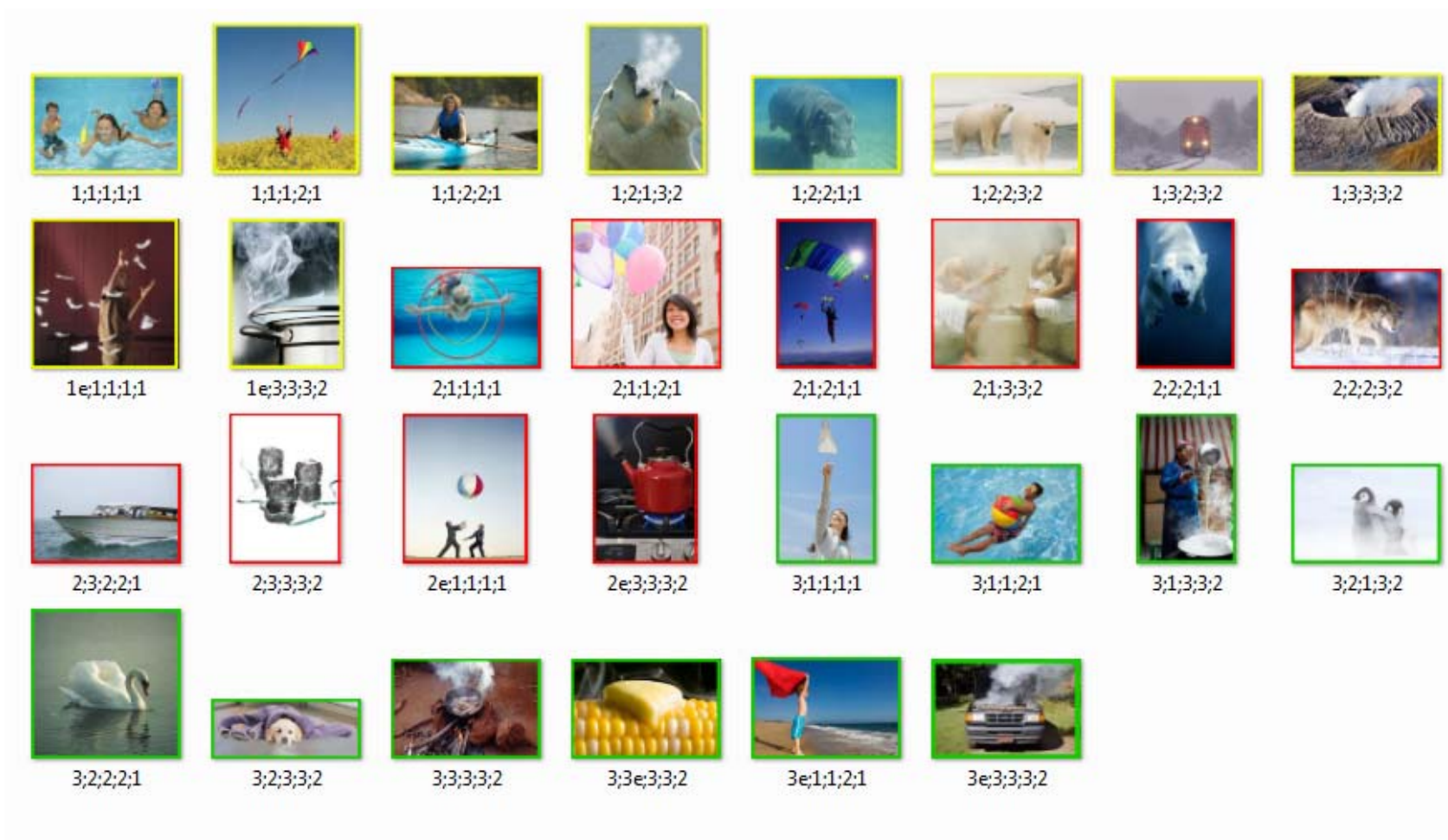


Figura A.8 Imágenes utilizadas como muestra del criterio de agrupación



Anexo B:

Control del tipo y cantidad de propiedades mostradas en las imágenes que se emplearon durante el estudio

En la Tabla B.1, se muestra el número de imágenes que contenían cada categoría en la pre y postprueba, mientras que las tablas B.2 y B.3 muestran lo propio pero en el caso del entrenamiento y pruebas.

Criterio	Propiedades delimitadas por las categorías	Número de imágenes de cada categoría en la pre y postprueba
Color	Amarillo	10
	Rojo	10
	Verde	10
Entidad	Personas	12
	Animales	8
	Objetos	10
Evento	Jugar	7
	Pasear	12
	Calentar	11
Casos del hecho	Flotar dentro del fluido	8
	Flotar fuera del fluido	7
	Intercambio de temperatura	15
Hecho científico	Fuerza de empuje	15
	Termodinámica	15

Tabla B.1. Muestra el número de imágenes que representaban cada tipo de propiedad delimitada por las categorías en la pre y postprueba.

Criterio	Propiedades delimitadas por las categorías	Número de imágenes de cada categoría				Total de imágenes en cada bloque
		Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4	
Color	Amarillo	10	10	10	10	30
	Rojo	10	10	10	10	
	Verde	10	10	10	10	
Entidad	Personas	12	12	13	13	30
	Animales	8	8	8	8	
	Objetos	10	10	9	9	
Evento	Jugar	10	10	10	11	30
	Pasear	10	11	10	10	
	Calentar	10	9	10	9	
Casos del hecho	Flotar dentro del fluido	8	8	8	8	30
	Flotar fuera del fluido	7	7	7	7	
	Intercambio de temperatura	15	15	15	15	
Hecho científico	Fuerza de empuje	15	15	15	15	30
	Termodinámica	15	15	15	15	

Tabla B.2. Muestra el número de imágenes que representaban cada tipo de propiedad delimitada por las categorías en cada uno de los bloques del entrenamiento.

Criterio	Propiedades delimitadas por las categorías	Número de imágenes en cada categoría	Total de imágenes en cada prueba
Color	Amarillo	10	30
	Rojo	10	
	Verde	10	
Entidad	Personas	13	30
	Animales	8	
	Objetos	9	
Evento	Jugar	11	30
	Pasear	9	
	Calentar	10	
Casos del hecho	Flotar dentro del fluido	8	30
	Flotar fuera del fluido	7	
	Intercambio de temperatura	15	
Hecho científico	Fuerza de empuje	15	30
	Termodinámica	15	

Tabla B.3. Muestra el número de imágenes que representaban cada tipo de propiedad delimitada por las categorías en las pruebas.

Anexo C:

Hoja de registro de las respuestas en el preentrenamiento

Participante No. _____

Nombre _____ Edad _____

Grupo: INSTR. DESC INSTR. SIN DESC.
 OBS. DESC OBS. SIN DESC.

Criterio	Número de oportunidades para cumplir el criterio*		
1. ¿Pudo arrastrar imágenes y soltarlas en otro rectángulo?			
2. ¿Cambió de grupo las imágenes?			
3. ¿Dio click en cada una de las instrucciones para que avanzaran?			
4. ¿Dio click para que apareciera la pregunta "qué tienen en común"?			
5. ¿Logró escribir la respuesta en el rectángulo correspondiente?			
6. ¿Entendió el término "qué tienen en común"?			
	¿Pasa a la preprueba?		

Guía de preguntas para ayudar al participante a encontrar un criterio en común en las imágenes:

Observa bien...

¿Cómo son las imágenes?...

¿Qué hay en las imágenes?...

¿En qué se parecen?...

¿En qué son diferentes?...

¿En todas/algunas hay?...

Todas/algunas tienen...

En todas/algunas pasa...

*Si el participante no lo logra en tres oportunidades, se descarta del estudio.

Anexo D:

Codificación de las imágenes y acomodo de éstas en las pantallas de entrenamiento

Cada una de las imágenes empleadas en el estudio fue nombrada con un código numérico que representaba las propiedades por las cuales podía ser identificada. La Tabla D.1. muestra el código asignado a cada categoría.

Criterio	Categorías	Código
Color	Amarillo	1
	Rojo	2
	Verde	3
Entidad	Personas	1
	Animales	2
	Objetos	3
Evento	Jugar	1
	Pasear	2
	Calentar	3
Casos del hecho	Flotar dentro del fluido	1
	Flotar fuera del fluido	2
	Intercambio de temperatura	3
Hecho científico	Fuerza de empuje	1
	Termodinámica	2

Tabla D.1. Muestra el código asignado a las propiedades delimitadas en cada categoría.

De esta manera, el nombre de una imagen se formó por la combinación de los números que representaban cada propiedad que contenía dicha imagen. Por ejemplo, una imagen con marco color amarillo (1), en donde se representaran personas (1) que estuvieran jugando (1) flotando fuera de un fluido (2) y que pertenecieran a la fuerza de empuje, se nombraba con el código 1;1;1;2;1. En caso de que dos imágenes dentro de la misma fase tuvieran exactamente las mismas propiedades y por lo tanto se nombraran con el mismo

código, se agregaba una letra al primer número de éste (el número que representa el color del marco), con el fin de diferenciarlas y que esto no ocasionara problemas en el software. Así mismo, es importante señalar que es posible que imágenes de distintos bloques de entrenamiento tuvieran el mismo código debido a que representaban las mismas propiedades, sin embargo, es importante aclarar que no eran las mismas imágenes entre un bloque y otro (ver Anexo A en el que se muestran las imágenes empleadas en cada bloque). En el caso de las imágenes de muestra se empleó un código de un solo número consecutivo del 1 al 9, con el fin de diferenciarlas de las imágenes de los bloques de entrenamiento.

Esta codificación fue importante ya que por un lado facilitó el análisis de datos al poder separar las propiedades de cada imagen y contabilizarlas con mayor sencillez, y por otro lado, permitió identificar con mayor claridad todas las propiedades que representaban una imagen, lo cual facilitó el acomodo de las mismas en las pantallas, de manera que se procuró que cuando se presentaban las imágenes para agrupar, no se mostraran juntas todas las que representaban una misma propiedad con el fin de que esto no fungiera como señal al participante para identificar por proximidad la propiedad que se estaba entrenando (i.e. todas las imágenes cuyo código iniciara con el número 1, es decir con un marco amarillo, en la misma fila).

Por otro lado, en las siguientes páginas se muestran cuatro tablas (tablas de la D.2. a D.5) con las cuales se representan las imágenes correctas que iban en cada recuadro en el que el participante podía formar los conjuntos a lo largo del estudio. Cada tabla muestra un bloque de entrenamiento. En la primera columna se representa cada recuadro en el que el participante podía agrupar las imágenes. A partir de la segunda columna se representan las fases del estudio. En la segunda, cuarta y sexta fila de cada tabla, se muestran las categorías que eran pertinentes en cada conjunto para agrupar la imagen, así como el número de

imágenes correctas que podían agruparse en ese conjunto, y el número de las imágenes de muestra mostradas en éste.

Como se mencionó en el Método, en cada bloque se varió el orden del criterio correcto en cada conjunto. Un ejemplo de ello se puede apreciar al comparar la tabla del bloque 1 con la tabla del bloque 2, en donde se observa que en el primer conjunto del primer bloque, el participante debía agrupar las imágenes con un marco amarillo, mientras que en el segundo bloque debía colocar en este conjunto las imágenes con un marco rojo; esta misma lógica se siguió en las otras fases del estudio.

En el caso de la preprueba, postprueba y pruebas, no se tenía establecido en qué conjunto debía agrupar el sujeto cada una de las imágenes, (pues no se le ofrecían imágenes de muestra que indicaran qué tipo de imágenes debían ir en cada recuadro mostrado en la pantalla), por lo que no se mostraron tablas al respecto.

Tabla D.2. Muestra los criterios y orden de agrupación en el **bloque 1** de entrenamiento.

	Fase 1: Color	Fase 2: Entidades	Fase 3: Eventos	Fase 4: Casos
Recuadro 1	<u>Amarillo</u> . Correctas: 10 Muestras: 1, 4, 9	<u>Personas</u> . Correctas: 12 Muestras: 1, 6, 7	<u>Jugar</u> . Correctas: 10 Muestras: 1, 2, 7	<u>Dentro</u> . Correctas: 8 Muestras: 1, 3, 5
	1;1;1;1;1 1;1;1;2;1 1;1;2;1;1 1;1;3;3;2 1;2;1;3;2 1;2;2;2;1 1;2;3;3;2 1;3;2;1;1 1;3;3;3;2 1a;3;3;3;2	2;1;1;1;1 1;1;1;1;1 3;1;1;1;1 2;1;1;2;1 1;1;1;2;1 3;1;1;2;1 2a;1;1;2;1 1;1;2;1;1 3;1;2;2;1 2;1;3;3;2 1;1;3;3;2 3;1;3;3;2	2;1;1;1;1 1;1;1;1;1 3;1;1;1;1 2;1;1;2;1 1;1;1;2;1 3;1;1;2;1 2a;1;1;2;1 2;2;1;1;1 1;2;1;3;2 3;2;1;3;2	2;1;1;1;1 2;2;2;1;1 2;3;2;1;1 1;1;2;1;1 3;1;1;1;1 3;1;1;1;1 2;2;1;1;1 1;3;2;1;1
Recuadro 2	<u>Rojo</u> . Correctas: 10 Muestras: 2, 3, 7	<u>Animales</u> . Correctas: 8 Muestras: 2, 5, 9	<u>Pasear</u> . Correctas: 10 Muestras: 3, 5, 6	<u>Fuera</u> . Correctas: 7 Muestras: 2, 4, 6
	2;1;1;1;1 2;1;1;2;1 2a;1;1;2;1 2;1;3;3;2 2;2;1;1;1 2;2;2;1;1 2;2;2;3;2 2;3;2;1;1 2;3;3;3;2 2a;3;3;3;2	2;2;1;1;1 1;2;1;3;2 3;2;1;3;2 2;2;2;1;1 1;2;2;2;1 3;2;2;3;2 2;2;2;3;2 1;2;3;3;2	1;1;2;1;1 3;1;2;2;1 2;2;2;1;1 1;2;2;2;1 3;2;2;3;2 2;2;2;3;2 3;3;2;2;1 2;3;2;1;1 1;3;2;1;1 3;3;2;3;2	2;1;1;2;1 1;1;1;2;1 1;2;2;2;1 3;3;2;2;1 3;1;1;2;1 3;1;2;2;1 2a;1;1;2;1
Recuadro 3	<u>Verde</u> . Correctas: 10 Muestras: 5, 6, 8	<u>Objetos</u> . Correctas: 10 Muestras: 3, 4, 8	<u>Calentar</u> . Correctas: 10 Muestras: 4, 8, 9	<u>Termodinámica</u> . Correctas: 15 Muestras: 7, 8, 9
	3;1;1;1;1 3;1;1;2;1 3;1;2;2;1 3;1;3;3;2 3;2;1;3;2 3;2;2;3;2 3;3;2;2;1 3;3;2;3;2 3;3;3;3;2 3a;3;3;3;2	3;3;2;2;1 2;3;2;1;1 1;3;2;1;1 3;3;2;3;2 2;3;3;3;2 1;3;3;3;2 3;3;3;3;2 2a;3;3;3;2 1a;3;3;3;2 3a;3;3;3;2	2;1;3;3;2 1;1;3;3;2 3;1;3;3;2 1;2;3;3;2 2;3;3;3;2 1;3;3;3;2 3;3;3;3;2 2a;3;3;3;2 1a;3;3;3;2 3a;3;3;3;2	2;1;3;3;2 2;3;3;3;2 1;3;3;3;2 3;3;3;3;2 3;3;2;3;2 3;2;2;3;2 1;2;3;3;2 1;1;3;3;2 2a;3;3;3;2 1;2;1;3;2 2;2;2;3;2 1a;3;3;3;2 3a;3;3;3;2 3;1;3;3;2 3;2;1;3;2

Tabla D.3 Muestra los criterios y orden de agrupación en el **bloque 2** de entrenamiento.

	Fase 1: Color	Fase 2: Entidades	Fase 3: Eventos	Fase 4: Casos
Recuadro 1	<u>Rojo</u> . Correctas: 10 Muestras: 2, 3, 7	<u>Animales</u> . Correctas: 8 Muestras: 2, 5, 9	<u>Pasear</u> . Correctas: 11 Muestras: 3, 5, 6	<u>Fuera</u> . Correctas: 7 Muestras: 2, 4, 6
	2;1;1;1;1 2b;1;1;1;1 2;1;1;2;1 2;1;2;2;1 2;2;1;3;2 2;2;2;2;1 2;2;3;3;2 2;3;2;1;1 2;3;3;3;2 2b;3;3;3;2	2;2;1;3;2 1;2;2;1;1 3;2;2;1;1 2;2;2;2;1 1;2;2;3;2 3;2;2;3;2 2;2;3;3;2 1b;2;2;3;2	2;1;2;2;1 1;2;2;1;1 3;2;2;1;1 2;2;2;2;1 1;2;2;3;2 3;2;2;3;2 1b;2;2;3;2 3;3;2;1;1 2;3;2;1;1 1;3;2;2;1 3;3;2;3;2	2;1;2;2;1 1;1;1;2;1 2;2;2;2;1 1;3;2;2;1 3;1;1;2;1 2;1;1;2;1 1b;1;1;2;1
Recuadro 2	<u>Amarillo</u> . Correctas:10 Muestras: 1, 4, 9	<u>Personas</u> Correctas: 12 Muestras: 1, 6, 7	<u>Calentar</u> . Correctas: 9 Muestras: 4, 8, 9	<u>Dentro</u> . Correctas: 8 Muestras: 1, 3, 5
	1;1;1;1;1 1;1;1;2;1 1b;1;1;2;1 1;1;3;3;2 1;2;2;1;1 1;2;2;3;2 1b;2;2;3;2 1;3;2;2;1 1;3;3;3;2 1b;3;3;3;2	2;1;1;1;1 1;1;1;1;1 3;1;1;1;1 2b;1;1;1;1 1;1;1;2;1 3;1;1;2;1 2;1;1;2;1 1b;1;1;2;1 3;1;1;3;2 2;1;2;2;1 1;1;3;3;2 3;1;3;3;2	1;1;3;3;2 3;1;3;3;2 2;2;3;3;2 2;3;3;3;2 1;3;3;3;2 3;3;3;3;2 2b;3;3;3;2 1b;3;3;3;2 3b;3;3;3;2	2;1;1;1;1 1;1;1;1;1 1;2;2;1;1 3;2;2;1;1 3;3;2;1;1 2;3;2;1;1 3;1;1;1;1 2b;1;1;1;1
Recuadro 3	<u>Verde</u> . Correctas: 10 Muestras: 5, 6, 8	<u>Objetos</u> . Correctas: 10 Muestras: 3, 4, 8	<u>Jugar</u> . Correctas: 10 Muestras: 1, 2, 7	<u>Termodinámica</u> Correctas: 15 Muestras: 7, 8, 9
	3;1;1;1;1 3;1;1;2;1 3;1;1;3;2 3;1;3;3;2 3;2;2;1;1 3;2;2;3;2 3;3;2;1;1 3;3;2;3;2 3;3;3;3;2 3b;3;3;3;2	3;3;2;1;1 2;3;2;1;1 1;3;2;2;1 3;3;2;3;2 2;3;3;3;2 1;3;3;3;2 3;3;3;3;2 2b;3;3;3;2 1b;3;3;3;2 3b;3;3;3;2	2;1;1;1;1 1;1;1;1;1 3;1;1;1;1 2b;1;1;1;1 1;1;1;2;1 3;1;1;2;1 2;1;1;2;1 1b;1;1;2;1 3;1;1;3;2 2;2;1;3;2	3;3;2;3;2 1;1;3;3;2 2;3;3;3;2 1;3;3;3;2 3;3;3;3;2 2b;3;3;3;2 2;2;3;3;2 2;2;1;3;2 3;1;3;3;2 3;1;1;3;2 1;2;2;3;2 3;2;2;3;2 1b;3;3;3;2 3b;3;3;3;2 1b;2;2;3;2

Tabla D.4. Muestra los criterios y orden de agrupación en el **bloque 3** de entrenamiento.

	Fase 1: Color	Fase 2: Entidades	Fase 3: Eventos	Fase 4: Casos
Recuadro 1	<u>Rojo.</u> Correctas: 10 Muestras: 2, 3, 7	<u>Objetos.</u> Correctas: 9 Muestras: 3, 4, 8	<u>Calentar.</u> Correctas: 10 Muestras: 4, 8, 9	<u>Fuera.</u> Correctas: 7 Muestras: 2, 4, 6
	2;1;1;1;1 2c;1;1;1;1 2;1;2;2;1 2;1;1;2;1 2;1;3;3;2 2;2;2;1;1 2;2;2;3;2 2;3;2;1;1 2;3;3;3;2 2c;3;3;3;2	2;3;2;1;1 1;3;2;3;2 3;3;3;3;2 2;3;3;3;2 1;3;3;3;2 3c;3;3;3;2 2c;3;3;3;2 1c;3;3;3;2 3;3c;3;3;2	3;1;3;3;2 2;1;3;3;2 3;2;3;3;2 2;3;3;3;2 1;3;3;3;2 3c;3;3;3;2 3;3;3;3;2 2c;3;3;3;2 1c;3;3;3;2 3;3c;3;3;2	3;1;1;2;1 1;2;2;2;1 3;2;2;2;1 2;1;2;2;1 1;1;1;2;1 3c;1;1;2;1 2;1;1;2;1
Recuadro 2	<u>Verde.</u> Correctas: 10 Muestras: 5, 6, 8	<u>Personas.</u> Correctas: 13 Muestras: 1, 6, 7	<u>Jugar.</u> Correctas: 10 Muestras: 1, 2, 7	<u>Termodinámica</u> Correctas: 15 Muestras: 7, 8, 9
	3;1;2;1;1 3;1;1;2;1 3c;1;1;2;1 3;1;3;3;2 3;2;1;3;2 3;2;2;2;1 3;2;3;3;2 3;3;3;3;2 3c;3;3;3;2 3;3c;3;3;2	2;1;1;1;1 1;1;2;1;1 3;1;2;1;1 2c;1;1;1;1 1;1;1;1;1 3;1;1;2;1 2;1;2;2;1 1;1;1;2;1 3c;1;1;2;1 2;1;1;2;1 1;1;1;3;2 3c;1;1;2;1 2;1;1;2;1 1;1;1;3;2 3;1;3;3;2 2;1;3;3;2	2;1;1;1;1 2c;1;1;1;1 1;1;1;1;1 3;1;1;2;1 1;1;1;2;1 3c;1;1;2;1 2;1;1;2;1 1;1;1;3;2 1;2;1;1;1 3;2;1;3;2	1;1;1;3;2 2;3;3;3;2 3;1;3;3;2 1;3;3;3;2 3c;3;3;3;2 2;2;2;3;2 1;3;2;3;2 3;3;3;3;2 2c;3;3;3;2 1c;3;3;3;2 2;1;3;3;2 1;2;2;3;2 3;2;1;3;2 3;3c;3;3;2 3;2;3;3;2
Recuadro 3	<u>Amarillo.</u> Correctas: 10 Muestras: 1, 4, 9	<u>Animales.</u> Correctas: 8 Muestras: 2, 5, 9	<u>Pasear.</u> Correctas: 10 Muestras: 3, 5, 6	<u>Dentro.</u> Correctas: 8 Muestras: 1, 3, 5
	1;1;2;1;1 1;1;1;1;1 1;1;1;2;1 1;1;1;3;2 1;2;1;1;1 1;2;2;2;1 1;2;2;3;2 1;3;2;3;2 1;3;3;3;2 1c;3;3;3;2	1;2;1;1;1 3;2;1;3;2 2;2;2;1;1 1;2;2;2;1 3;2;2;2;1 2;2;2;3;2 1;2;2;3;2 3;2;3;3;2	1;1;2;1;1 3;1;2;1;1 2;1;2;2;1 2;2;2;1;1 1;2;2;2;1 3;2;2;2;1 2;2;2;3;2 1;2;2;3;2 2;3;2;1;1 1;3;2;3;2	2;1;1;1;1 1;2;1;1;1 1;1;2;1;1 2;2;2;1;1 3;1;2;1;1 2;3;2;1;1 2c;1;1;1;1 1;1;1;1;1

Tabla D.5. Muestra los criterios y orden de agrupación en el **bloque 4** de entrenamiento.

	Fase 1: Color	Fase 2: Entidades	Fase 3: Eventos	Fase 4: Casos
Recuadro 1	<u>Verde</u> . Correctas: 10 Muestras: 5, 6, 8	<u>Personas</u> . Correctas: 13 Muestras: 1, 6, 7	<u>Calentar</u> . Correctas: 9 Muestras: 4, 8, 9	<u>Termodinámica</u> Correctas: 15 Muestras: 7, 8, 9
	3;1;1;1;1 3;1;1;2;1 3;1;2;1;1 3;1;3;3;2 3;2;1;3;2 3;2;2;2;1 3;2;3;3;2 3;3;2;3;2 3;3;3;3;2 3d;3;3;3;2	2;1;1;1;1 1;1;1;1;1 3;1;1;1;1 2;1;1;2;1 1;1;1;2;1 3;1;1;2;1 2d;1;1;2;1 1d;1;1;2;1 3;1;2;1;1 2;1;2;1;1 1;1;1;3;2 3;1;3;3;2 2;1;3;3;2	3;1;3;3;2 2;1;3;3;2 3;2;3;3;2 2;3;3;3;2 1;3;3;3;2 3;3;3;3;2 2d;3;3;3;2 1d;3;3;3;2 3d;3;3;3;2	3;1;3;3;2 1;3;2;3;2 2;3;3;3;2 1;3;3;3;2 3;3;3;3;2 1;2;2;3;2 1;2;1;3;2 2;1;3;3;2 1;1;1;3;2 3;3;2;3;2 2d;3;3;3;2 3;2;3;3;2 3;2;1;3;2 1d;3;3;3;2 3d;3;3;3;2
Recuadro 2	<u>Rojo</u> . Correctas: 10 Muestras: 2, 3, 7	<u>Animales</u> . Correctas: 8 Muestras: 2, 5, 9	<u>Pasear</u> . Correctas: 10 Muestras: 3, 5, 6	<u>Dentro</u> . Correctas: 8 Muestras: 1, 3, 5
	2;1;1;1;1 2;1;1;2;1 2d;1;1;2;1 2;1;2;1;1 2;1;3;3;2 2;2;2;1;1 2;2;2;2;1 2;3;2;1;1 2;3;3;3;2 2d;3;3;3;2	1;2;1;3;2 3;2;1;3;2 2;2;2;1;1 1;2;2;1;1 3;2;2;2;1 2;2;2;2;1 1;2;2;3;2 3;2;3;3;2	3;1;2;1;1 2;1;2;1;1 2;2;2;1;1 1;2;2;1;1 3;2;2;2;1 2;2;2;2;1 1;2;2;3;2 2;3;2;1;1 1;3;2;3;2 3;3;2;3;2	2;2;2;1;1 3;1;2;1;1 1;2;2;1;1 2;1;1;1;1 1;1;1;1;1 2;1;2;1;1 3;1;1;1;1 2;3;2;1;1
Recuadro 3	<u>Amarillo</u> . Correctas: 10 Muestras: 1, 4, 9	<u>Objetos</u> . Correctas: 9 Muestras: 3, 4, 8	<u>Jugar</u> . Correctas: 11 Muestras: 1, 2, 7	<u>Fuera</u> . Correctas: 7 Muestras: 2, 4, 6
	1;1;1;1;1 1;1;1;2;1 1d;1;1;2;1 1;1;1;3;2 1;2;1;3;2 1;2;2;1;1 1;2;2;3;2 1;3;2;3;2 1;3;3;3;2 1d;3;3;3;2	2;3;2;1;1 1;3;2;3;2 3;3;2;3;2 2;3;3;3;2 1;3;3;3;2 3;3;3;3;2 2d;3;3;3;2 1d;3;3;3;2 3d;3;3;3;2	2;1;1;1;1 1;1;1;1;1 3;1;1;1;1 2;1;1;2;1 1;1;1;2;1 3;1;1;2;1 2d;1;1;2;1 1d;1;1;2;1 1;1;1;3;2 1;2;1;3;2 3;2;1;3;2	2;1;1;2;1 3;2;2;2;1 2;2;2;2;1 1;1;1;2;1 3;1;1;2;1 2d;1;1;2;1 1d;1;1;2;1

Anexo D:

Lista de Figuras y Tablas

- Figura 1.** Representación de los tres posibles casos en los que participa la fuerza de empuje, según el principio de Arquímedes.....34
- Figura 2.** Muestra un ejemplo de las partes que componían una de las pantallas de agrupación en la preprueba.....38
- Figura 3.** Muestra la primer pantalla del pre-entrenamiento con el botón LISTO sin activar.....41
- Figura 4.** Muestra la primer pantalla del pre-entrenamiento con el botón LISTO activo.....41
- Figura 5.** Muestra la segunda pantalla del pre-entrenamiento con las instrucciones iniciales.....41
- Figura 6.** Muestra la pantalla del pre-entrenamiento con la primera fase de las instrucciones de agrupación.....42
- Figura 7.** Muestra la pantalla con el despliegue completo de las instrucciones de agrupación.....42
- Figura 8.** Muestra la pantalla preliminar a la agrupación de las imágenes.....43
- Figura 9.** Muestra la pantalla de agrupación con algunas imágenes agrupadas.....43
- Figura 10.** Pantalla sin el recuadro de respuesta y con el botón CONTINUAR inactivo.....44
- Figura 11.** Pantalla con el recuadro de respuesta, la pregunta sobre las particularidades en común de las imágenes y el botón de CONTINUAR activo.....44

- Figura 12.** Muestra una pantalla con la selección de la fase 1 para correr en el programa.....46
- Figura 13.** Muestra la pantalla preliminar a la agrupación de las imágenes en la tarea experimental.....46
- Figura 14.** Muestra el mensaje que aparecía cuando el participante presionaba el botón NO.....46
- Figura 15.** Muestra la pantalla con las instrucciones iniciales de agrupación en la preprueba y postprueba.....47
- Figura 16.** Pantalla con las instrucciones de agrupación en la preprueba y postprueba.....47
- Figura 17.** Muestra la pantalla de la pre y postprueba con las 30 imágenes sin agrupar.....47
- Figura 18.** Muestra la pantalla de la pre y postprueba con algunas imágenes agrupadas.....47
- Figura 19.** Pantalla de la pre y postprueba que muestra los dos conjuntos formados por el participante, sin el recuadro de respuesta y con el botón CONTINUAR inactivo.....48
- Figura 20.** Pantalla de la pre y postprueba con el recuadro de respuesta, la pregunta sobre las particularidades en común de las imágenes y el botón de CONTINUAR activo.....48
- Figura 21.** Muestra la pantalla final de la preprueba.....49
- Figura 22.** Muestra el ejemplo de una pantalla del entrenamiento.....50
- Figura 23.** Muestra la segunda pantalla del entrenamiento con todas las imágenes agrupadas.....52
- Figura 24.** Pantalla del entrenamiento instrumental con la solicitud de descripción de un grupo.....53

Figura 25. Pantalla del entrenamiento instrumental con la solicitud de descripción de los tres grupos.....	53
Figura 26. Pantalla del entrenamiento instrumental sin descripción, sin el botón de CONTINUAR.....	54
Figura 27. Pantalla del entrenamiento instrumental sin descripción, con el botón de CONTINUAR.....	54
Figura 28. Muestra el arreglo de la pantalla de la prueba con las imágenes sin agrupar y con el botón para continuar inactivo.....	57
Figura 29. Se muestra el índice promedio de ajuste en cada uno de los grupos, en la pre y postprueba.....	64
Figura 30. Se muestra el índice de cambio en la dominancia categorial que mostró cada sujeto en los cuatro grupos, así como el índice de ajuste por sujeto en la pre y postprueba, de cada uno de los grupos.....	66
Figura 31. Se muestra el porcentaje del tipo de descripciones elaboradas por cada uno de los grupos en la pre y postprueba.....	70
Figura 32. Se muestra el índice promedio de ajuste durante el entrenamiento instrumental en el grupo con y sin descripción.....	72
Figura 33. Se muestra el índice promedio de ajuste en el entrenamiento instrumental y las pruebas en los Grupos 1 y 2.....	73
Figura 34. Se muestra el índice promedio de ajuste que obtuvo cada uno de los grupos durante las pruebas del estudio.....	75
Figura A.1. Imágenes empleadas en el Preentrenamiento.....	103
Figura A.2. Imágenes empleadas en la Pre y Postprueba.....	104
Figura A.3. Imágenes empleadas en el entrenamiento Bloque 1.....	105

Figura A.4. Imágenes empleadas en el entrenamiento. Bloque 2.....	106
Figura A.5. Imágenes empleadas en el entrenamiento. Bloque 3.....	107
Figura A.6. Imágenes empleadas en el entrenamiento. Bloque 4.....	108
Figura A.7 Imágenes empleadas durante las fases de Prueba.....	109
Figura A.8 Imágenes utilizadas como muestra del criterio de agrupación.....	110
Tabla 1. Muestra la distribución de los grupos según el tipo de entrenamiento al que fueron sometidos.....	36
Tabla 2. Muestra las fases a las que fueron sometidos los cuatro grupos experimentales.....	39
Tabla 3. Muestra un ejemplo de la asignación de valores a la dominancia categorial en la pre y postprueba.....	60
Tabla 4. Muestra un ejemplo de la asignación de valores a las descripciones en la pre y postprueba.....	61
Tabla B.1. Muestra el número de imágenes que representaban cada tipo de propiedad delimitada por las categorías en la pre y postprueba.....	111
Tabla B.2. Muestra el número de imágenes que representaban cada tipo de propiedad delimitada por las categorías en cada uno de los bloques del entrenamiento.....	112
Tabla B.3. Muestra el número de imágenes que representaban cada tipo de propiedad delimitada por las categorías en las pruebas.....	112
Tabla D.1. Muestra el código asignado a las propiedades delimitadas en cada categoría.....	114
Tabla D.2. Muestra los criterios y orden de agrupación en el bloque 1 de entrenamiento.....	117

Tabla D.3. Muestra los criterios y orden de agrupación en el bloque 2 de entrenamiento.....118

Tabla D.4. Muestra los criterios y orden de agrupación en el bloque 3 de entrenamiento.....119

Tabla D.4. Muestra los criterios y orden de agrupación en el bloque 4 de entrenamiento.....120