



universidad
de león

Máster Oficial en Investigación en Psicología y C.C. de la Educación

Curso 2012-2013

- TRABAJO DE FIN DE MÁSTER -

**CLAVES DEL RAZONAMIENTO DEDUCTIVO
EN LA EDAD, LA INTELIGENCIA FLUIDA Y EL
RENDIMIENTO ACADÉMICO**

**KEYS TO DEDUCTIVE REASONING IN AGE, FLUID INTELIGENCE AND
ACADEMICAL PERFORMANCE**

PAULA ÁLVAREZ MERINO

Tutora

Dra. M. Carmen Requena Hernández



TABLA DE CONTENIDO

Resumen.....	1
1.1 Pensamiento Dialéctico: Una forma de pensamiento postformal	3
1.2 El desarrollo epistemológico durante la vida adulta	4
2 ESTADO DE LA CUESTIÓN.....	6
2.1 Antecedentes sobre envejecimiento y actividad deductiva.....	6
2.2 El problema de la integración en la deducción.....	7
2.3 Teorías de Razonamiento.....	10
2.3.1 Niveles de abstracción	12
2.4 Inteligencia, razonamiento y edad	14
3 ESTUDIO EMPÍRICO.....	16
3.1 Objetivos.....	16
3.2 Hipótesis	16
3.3 Metodología	16
3.3.1 Sujetos	16
3.3.2 Criterios de Inclusión y exclusión.....	17
3.3.3 Instrumentos de Medida	17
3.3.4 Procedimiento	19
3.4 Resultados.....	20
3.4.1 Análisis Estadísticos	20
3.4.2 Análisis Comparativos	22
3.5 Discusión.....	27
3.6 Conclusiones	31
4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32
5 ANEXOS.....	42



FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DEL PENSAMIENTO ADULTO

¿Qué sucede después de las operaciones lógico-formales? ¿Todo termina, desde el punto de vista de las estructuras cognoscitivas, con el pensamiento lógico-formal? ¿Sólo quedaría para la vida adulta su perfeccionamiento o enriquecimiento mediante el inagotable mundo de las experiencias vitales? ¿Es lícita la identificación entre pensamiento complejo en su más alto grado y pensamiento lógico-formal? ¿No cabe pensar en otras formas, igualmente superiores, de pensamiento no reducibles al lógico-formal?

Si el conocimiento es una actividad inacabable, el pensamiento, en cuanto instrumento de aquél, no puede darse jamás como definitivamente concluido. Por el contrario, en verdad, no deja nunca de evolucionar, renovarse y reconstruirse. El pensamiento se comprende mejor si se acentúan sus cualidades dinámicas.

Buena parte de la investigación sobre la cognición adulta descansa sobre el pensamiento dialéctico/relativista y el pensamiento post-formal, que tiene un carácter más general que el primero.

¿Se desarrolla durante la vida adulta formas de cognición que podríamos denominar dinámicas o dialécticas?

Además de la importancia que sin duda tiene la interacción de la persona con la realidad a la hora de explicar las transiciones entre estadios de operaciones mentales, parece inevitable aceptar que, hay cambios internos no provocados por tal interacción, cambios en el “hardware” del organismo, que también requieren de una respuesta equilibradora del sujeto. En el caso que nos ocupa, los cambios producidos durante la vida adulta, en concreto, las pérdidas producidas en la reserva de atención o capacidad mental se verían compensadas por un aumento en la habilidad para relacionar unos dominios de conocimientos con otros, lo que redundaría en una intensificación de las relaciones entre los distintos aspectos de la mente, y un crecimiento de la movilidad cognitiva.

1.1 Pensamiento Dialéctico: Una forma de pensamiento postformal

Según Corral (1998) Los datos apuntan en la dirección de que en esta época la persona enriquece su vida psicológica con un **conjunto de ganancias** que damos en llamar **pensamiento dialéctico**:

- Comprensión de las contradicciones y oposiciones. Raramente los problemas tienen una sola solución.
- Concepción de soluciones de compromiso entre puntos de vista opuestos. A veces es necesario conjugar distintas soluciones de un mismo problema.
- Concepción de lo absolutamente imposible (lo posible puro). Es el caso de la comprensión de la idea de principio: un principio en física, por ejemplo, no lo es porque sea evidente por sí mismo sino porque de él podemos derivar otros conocimientos.
- Convivencia con la incertidumbre. Hay cosas que no podemos conocer de un modo completo, no sólo debido a un problema de ignorancia sino por la misma realidad de las cosas.
- Conjugación de principios distintos (contrapuestos o no) fructíferamente, es decir, sin negar ninguno. Por ejemplo, la libertad y la justicia.



- Descubrimiento de situaciones engañosas. Una situación engañosa nos mueve a activar determinados esquemas que siendo útiles en ciertas situaciones no lo son en la presente.
- Reconocimiento de la utilización de procedimientos erróneos.
- Intensificación de las descentraciones a partir de fijaciones previas. A veces no resolvemos una tarea no porque no tengamos la capacidad para ello, sino porque nos aferramos a una forma inadecuada de abordarla.
- Mejor disposición para enfrentarse con situaciones nuevas o desconocidas.
- Intensificación de la habilidad de síntesis y relación. Muchos aspectos de la realidad están vinculados entre sí de un modo sutil e irreversible.

Se comienza a comprender que la vida es radicalmente dinámica y a vislumbrar el fenómeno de la complementariedad. La realidad se manifiesta en “complementariedades” irreductibles la una a la otra.

Se empieza a ver que estas complementariedades están en los diversos campos del conocimiento, y, sobre todo, son imprescindibles cuando se trata de conceptos altamente abstractos.

Y comienza a vislumbrarse la necesidad de una actitud epistemológica prudente y hasta de humildad cognoscitiva: hay aspectos irreductibles, hay límites –que no limitaciones- epistemológicos no franqueables, por su misma naturaleza.

Estos límites provendrían de nuestro propio advenimiento como especie: gradual y por etapas.

Se capta el estado de las cosas y se comprenden los límites de esa captación, por ejemplo, que uno no puede “captarse” en el momento de captar.

Los adultos que acceden al pensamiento dialéctico denotan en sus manifestaciones una gran capacidad de descentración del propio punto de vista, un manejo experto de situaciones paradójicas o contradictorias, una aceptación serena de la incertidumbre ..., manifestaciones, todas ellas, de una síntesis dinámica subyacente. Su nivel de autoconocimiento, y, por ende, de autoconciencia se ha expandido enormemente.

1.2 El desarrollo epistemológico durante la vida adulta

Aspectos como cognición, afecto, personalidad- pueden conducir a las personas a tener que reformular los marcos conceptuales previos (implícitos, inconscientes) sobre las que se asienta su concepción general del mundo. Es el marco epistemológico con sus variadas dimensiones: la realidad, la verdad, el azar, el error, el cambio, el conocimiento, la idea de principio. Al parecer, a lo largo de la vida adulta, cambian las concepciones generales que tenemos sobre estas dimensiones epistemológicas. Se pasa de concepciones unidimensionales a concepciones pluridimensionales. Hay autores que sostienen que durante la vida adulta se elaboran operaciones mentales que no son, estrictamente hablando, formales, sino relativistas o dialécticas. Eso supondría que las personas pasarían de una posición epistemológica racionalista en el sentido clásico (cartesiana, cogito ergo sum, newtoniana, espacio-tiempo absolutos) a otra, igualmente racionalista, pero de corte relativista o dialéctica.

¿Qué se quiere decir con relativista? No nos referimos a un relativismo simple o trivial que se contradice a sí mismo. Veamos algunos ejemplos: “los historiadores han descubierto que no hay verdades históricas”; “todas las afirmaciones generales son falsas”; “todo es subjetivo”, “las verdades son ilusiones que hemos olvidado que son ilusiones”. Estas formulaciones relativistas, aplicadas sobre sí mismas se refutan, es



decir, son proposiciones que se autorrefutan. El relativista, pues, no debería formular su doctrina de tal modo que, aplicada a sí misma, ella misma demuestre que es falsa. Debe evitar las formulaciones simples que se refutan ellas solas.

Un relativista no puede decir que todas las creencias humanas son subjetivas. Sólo decir que cree que todas las creencias humanas son subjetivas. No puede excluirse de la suerte a la que condena a los otros

Veamos más detalladamente la afirmación relativista por excelencia: “Todo es subjetivo”. Ella misma tiene que ser subjetiva u objetiva. Pero no puede ser objetiva porque en tal caso sería falsa. Y no puede ser subjetiva porque entonces no descalificaría ninguna afirmación objetiva, ni siquiera la que dice que es objetivamente falsa. El propio juicio de la relatividad o condicionalidad no puede aplicarse al propio juicio de la relatividad. Cuando este tipo de relativismo se aplica su propio cuento, se viene abajo todo el edificio. No puede eludir la suerte a la que él mismo condena a todo lo demás. Otro ejemplo, la conclusión de que no hay nada correcto o incorrecto (moralmente hablando) en términos absolutos, hace que no sea justificable elevar la tolerancia, tampoco, a valor absoluto. La afirmación moral relativista contradice la conclusión subsiguiente de que tenemos el deber absoluto de ser tolerantes.

Igualmente, es incoherente presentar como verdad que no existe la Verdad. ¿Condenar por falsos todos los enunciados que no sean el que afirma que no hay más verdad que ésta: que todo lo demás es falso?

Se trataría, pues, de otro relativismo, el que es sensible al contexto social, histórico. No niega que haya verdades universales, ni duda de la fuerza de la razón, pero lo hace de un modo que no descarta las variaciones individuales, sociales o históricas. Lo que dice es que las verdades generales se expresan de un modo específico o propio a la situación en la que se aplican. Por ejemplo, Einstein al afirmar el carácter no absoluto del tiempo y del espacio, no negaba que hubiera leyes generales del movimiento aplicables a todo el universo. Desplazaba los invariantes universales desde las variables espacio-temporales (ya no absolutas) a las propias leyes, éstas sí, absolutas, aplicables en todo lugar. El relativista acepta que el conocimiento progresa, pero comprende que éste puede verse superado en una fase posterior del desarrollo científico.



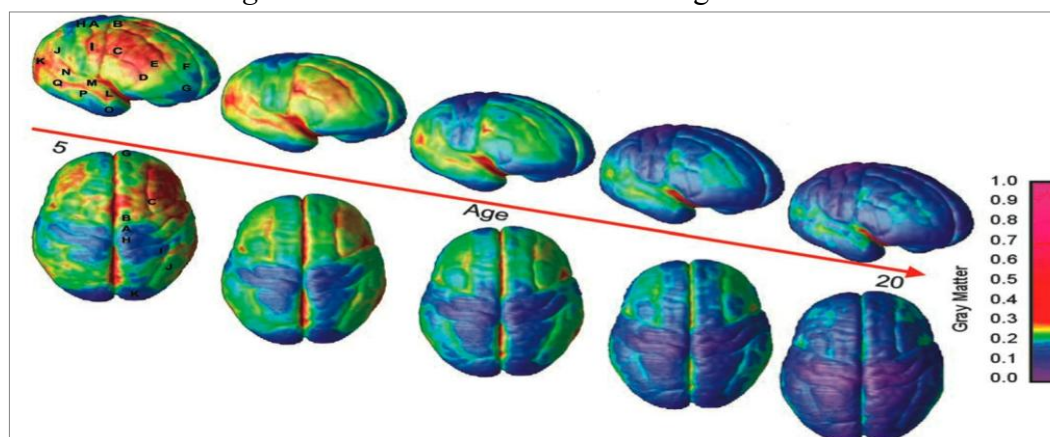
2 ESTADO DE LA CUESTIÓN

2.1 Antecedentes sobre envejecimiento y actividad deductiva

Con el envejecimiento, el proceso natural de la investigación científica, que procede primero a acumular conocimientos y luego a aplicarlos en la tecnología o en la práctica, se ha invertido. Los profesionales se han tenido que enfrentar al fenómeno masivo del envejecimiento careciendo de los instrumentos científicos necesarios. Por este motivo se tuvo que ofrecer respuestas prácticas antes que respuestas teóricas. El equipo de investigación de envejecimiento de la universidad de León, del que es integrante la directora de esta investigación, ha vivido esta experiencia en primera persona y ha acumulado competencias investigadoras, clínicas y de intervención en el campo del envejecimiento (referencias ver web <http://envejecimientoentodaslasedades.unileon.es/pcientifica/>).

El envejecimiento tradicionalmente solía verse como un proceso progresivo e inevitable de deterioro que acompaña a la edad. Aunque ciertamente envejecer implica el paso del tiempo, y éste a su vez cambios orgánicos que alteran y en ocasiones disminuyen el rendimiento biológico, fisiológico y psicológico, sin embargo el envejecimiento no está a priori asociado al deterioro (Baltes, Lindenberger y Staudinger, 1998), sino que puede e incluso debe ser comprendido desde la perspectiva del desarrollo. En el ciclo vital ocurren diversos cambios estructurales y orgánicos, como muestra abajo la figura 1 de la evolución del desarrollo del cortex cerebral, (Giedd et al., 2004; Gogtay et al., 2004):

Imagen 1. Evolución del córtex a lo largo del ciclo vital.



Identificar con deterioro la alteración, que a menudo es disminución, de las capacidades es un error extendido. Stern (2009) mostró cómo cerebros envejecidos orgánicamente deteriorados e incluso muy deteriorados sin embargo eran funcionalmente adecuados. E inversamente, mínimas alteraciones orgánicas pueden producir disfunciones severas. La falta de correlación entre las propiedades orgánicas y las funcionales es ubicua (Stern et al., 1995) y demuestra la autonomía de las características funcionales. El concepto de reserva cerebral fue usado por primera vez por Katzman et al. (1988), para hacer referencia a la capacidad del cerebro para mantener su funcionalidad a pesar del envejecimiento o patología. La reserva cerebral



existe en virtud de su propia historia y trayectoria de actividades, que sobreviene por tanto a distintos soportes físicos y es difícilmente medible (López Fernández, 2012; Stern et al., 2005;). Por otro lado, la investigadora que dirige esta investigación junto con los miembros del equipo de investigación de envejecimiento acuñaron el concepto de reserva inferencial para referirse a la habilidad funcional del individuo que envejece para adaptar sus estrategias inferenciales a sus -eventualmente empobrecidos- recursos.

La propia capacidad de deducir es una propiedad funcional que evoluciona en el tiempo de modo relativamente independiente de la degeneración orgánica que la edad produce (Stern, 2009). El razonamiento deductivo adulto descriptiva y conductualmente (Baltes, Reuter-Loernz y Rosler, 2006) se ha reconocido como divergente, esto es, en caso de deducciones, no clásicamente válido. Ahora bien, este carácter divergente no implica deficiencia ni deterioro. Los procesos de inferencia del adulto son distintivamente contralaterales y resultan "divergentes" respecto de determinados cánones normativos o lógicos, que requieren de un análisis normativo y no sólo experimental. El subgrupo de lógicos que forman parte del grupo de investigación que dirige la doctora Requena tiene una amplia experiencia de investigación sobre sistemas lógicos divergentes, tanto en un nivel lógico y metalógico como filosófico. Además de los aspectos normativamente divergentes, la razón que envejece exhibe características idiosincráticas que no necesariamente deben de entenderse como deterioro. Este es el caso de los sesgos emocionales en el razonamiento, que aumentan significativamente con la edad (Carstensen y Mikels, 2005), de los que se ha estudiado también su base neural. Por otra parte, a medida que el horizonte de vida se acorta, la racionalidad de la acción y la decisión se ve esencialmente afectada (Carstensen, 2005), en un fenómeno que nuestro equipo de investigación llama concavidad del horizonte (López Fernández, 2012), y que no es exclusivo de la edad.

2.2 El problema de la integración en la deducción

La literatura sobre razonamiento deductivo considera que éste sucede sólo entre premisas (o en general cuerpos de información visual, verbal, etc.) que sean *integrables* (Bouquet, Bazanella y Warglien, 2005; Holyoak y Morrison, 2012; Reverberi et al., 2010). Del concepto de integración no existe una definición precisa, a pesar de que se emplea profusamente en artículos y textos científicos [compárese (Stern et al., 2005; Moreno-Ríos y García-Madruga, 2002) a modo de ejemplo]. Hay cierto acuerdo en considerar obvio que premisas que no estén relacionadas en absoluto entre sí no pueden permitir una deducción, y por tanto no son integrables. Por ejemplo las premisas del conjunto: {'Buda fue masculino', 'A alguien le gusta la coca-cola'}¹ no son integrables, mientras que {'Buda fue masculino', 'Tú eres femenina'} sí es un conjunto integrable, del que se deduce: 'Tú no eres Buda'.

Del concepto mismo de integración no existe una definición precisa y disponible. Con carácter habitual se evita mencionar la integración y se suele simplemente presuponer, tanto en contextos neurales como psicológicos. En ocasiones se define sintácticamente (Monti, Parsons y Osherson, 2009), considerando que son integrables todos y sólo los conjuntos de premisas cuyos elementos comparten algún término categoremático. Aun así, una definición exclusivamente sintáctica es insatisfactoria. Criterios basados en el mismo término-tipo no coinciden con aquellos basados en términos-caso, y hay además diversas funciones y contextos del mismo término que

¹ Empleamos las comillas simples para mencionar proposiciones o contenidos y las comillas estándar para mencionar expresiones lingüísticas.



impiden la integración (Walsh y Johnson-Laird, 2001). Por ejemplo {'Buda fue masculino', 'El pronombre masculino es monosilábico'} comparten el término "masculino", pero son difícilmente integrables.

Se requiere por tanto un concepto semántico de integración deductiva, pero no existe tal concepto y en cierto modo, ni siquiera candidato satisfactorio, si se trata de definir rigurosamente la integración deductiva desde el punto de vista semántico, esto es, atendiendo a las propiedades y relaciones entre los modelos que verifiquen las premisas. Sin duda sí existen algunas destacables propuestas teóricas que determinan el estado de la cuestión:

3. La perspectiva dominante en la psicología cognitiva, que en su origen está marcada por la teoría lógica de modelos, consiste en tomar el contenido interpretado de las premisas como la base para construir un modelo sobre el que evaluar la conclusión (Johnson-Laird, 1992, 2005). Frente al punto de vista logicista que reduce el proceso psicológico de deducción a la aplicación de una regla general, el proceso de construcción de modelos reduce significativamente la clase de interpretaciones integrables y constituye un punto de referencia de esta investigación. Sin embargo, no ofrece una solución completamente satisfactoria por varias razones de profundo calado: (a) la clase de modelos que se considera está restringida a estructuras conjuntistas y modelos clásicos (Johnson-Laird, 1992), (b) las condiciones de consistencia y completud lógica que se imponen sobre las interpretaciones admisibles no están en general justificadas (Beall, 2003; A Costa y French, 2003), (c) la propuesta enfrenta con diverso éxito contrastaciones experimentales, pero refutadoras en casos como (Harman, 2002).

4. La perspectiva modal en la comprensión de fenómenos semánticos vecinos a la deducción, como la presuposición (Ben-Shachar, Palti y Grodzinsky, 2004; Moro et al., 2001) permite plantear el problema de la integración en términos de relaciones entre mundos, situaciones o circunstancias que verifiquen las premisas. La esencia de la perspectiva modal consiste en considerar integrables sólo aquellas interpretaciones que satisfagan determinadas condiciones de accesibilidad. D. Lewis, con su búsqueda de una medida topológica de similaridad entre mundos y después Williamson (1988) intentaron definir relaciones topológicas entre puntos o mundos que permitiesen medir la similaridad y en consecuencia la distancia entre mundos. Propuestas teóricas análogas se desarrollan en el campo de los contrafácticos y condicionales (Stalnaker, 1999) y en el campo de las presuposiciones (Gerken, 2012). Esta perspectiva modal incorpora constricciones ontológicas y lógicas distintas en los diferentes problemas semánticos en que se aplica. Por lo que conoce este equipo de investigación, no ha sido aplicada al problema de la integración de premisas.

Por tanto, hemos introducido intuitivamente el concepto de integración deductiva y comprobado que, en todo caso, se carece finalmente de un concepto viable y preciso. Se han identificado las bases teóricas sobre las que trabajar y se constata que en la práctica de la investigación neurocientífica y psicológica se emplean criterios de integración meramente sintácticos aplicados desde el sentido común.

Hay sin embargo problemas concretos de integración que son abordados con éxito con un notable trabajo realizado experimentalmente en el campo de la psicología cognitiva y la lingüística, describiendo procesos de integración de premisas en inferencias deductivas. Tales estudios de integración aplican en esencia versiones adaptadas de la teoría de los modelos mentales, de manera que la relación de satisfacción en un único modelo clásico define las condiciones de verdad en situaciones contrafácticas. Este esquema se aplica en (Johnson-Laird, 2005; Moreno-Ríos y García-Madruga, 2002). El fenómeno de la direccionalidad es descrito en (Oberauer, Hörnig y Weidenfeld, 2005) con análogos criterios. Igualmente, la llamada aproximación



explicativa del razonamiento deductivo emplea el criterio de verdad en un modelo mental designado (Johnson-Laird, 1973, 1992).

Un caso de integración de especial interés para nuestro proyecto concierne al pensamiento adulto. Es un fenómeno conocido como la regulación de emociones se relaja con el envejecimiento (Schaie, 2005), como también se han identificado sesgos y tropismos en el razonamiento adulto atribuibles a la edad (Hanoch, Wood y Rice, 2007). El fenómeno psicológico de los cambios en la regulación emocional con el envejecimiento está plenamente acreditado (Gigerenzer y Selten, 2002). Mientras que tradicionalmente se ha tendido a considerar disfuncionales o lógicamente erróneos la mayoría de tales tropismos o idiosincrasias, la situación merece un análisis más detallado, tanto factual como normativo. Es conocido el punto de vista de Carstensen (2007), que considera tales disfunciones en términos de desarrollo y no de deterioro. En la literatura sobre envejecimiento cognitivo no hay sin embargo un estudio de la evolución de la integración deductiva.

No se escapa al lector la analogía entre el problema que hemos llamado “de la integración” y el problema de la relevancia en lógica y metalógica. Los sistemas formales relevantes surgieron paulatinamente junto al desarrollo de las lógicas modales durante el siglo XX con el objeto de liberarse de las llamadas paradojas de la relevancia o de la implicación, aludiendo ambas a esquemas de inferencia clásicamente válidos pero carentes de variables en común. La idea básica de las lógicas relevantes es restringir la noción clásica de implicación para evitar que se deduzcan proposiciones no integrables. Anderson y Belnap (1975) compilaron organizadamente algunos de los resultados más destacados en el estudio lógico matemático de la relevancia, que ha logrado algunos resultados importantes, compilados de nuevo en (Anderson, Belnap y Dunn, 1992)

Méndez, miembro del equipo de investigación de envejecimiento de la Ule, comenzó estudiando lógicas relevantes y semánticas formales asociadas ya en los años 80 y los resultados permitieron establecer contactos estables con los principales centros de investigación lógica relevante en Australia, Estados Unidos y Polonia. Al comenzar la colaboración con Salto en los años 90, el interés del trabajo se generalizó a lógicas subestructurales siempre dentro del estudio de las consecuencias sobre los operadores de negación e implicación de los criterios relevantes o afines. Desde el año 2003 se incorpora al grupo Robles, impulsando las actividades investigadoras, metamatemáticas y la participación en congresos y foros internacionales. Con la presentación de esta investigación, sin romper la coherencia de una trayectoria de años, se pretende dar un giro aplicado a la investigación lógica. En el lugar indicado y dotado de hipervínculo están accesibles todas las referencias pertinentes del equipo de lógica (<http://envejecimientoentodaslas edades.unileon.es>).

Las lógicas relevantes, siendo valiosos instrumentos formales, no son la solución del problema de la integración. Sin duda los sistemas relevantes consiguen aportar nociones de implicación que son rigurosas y precisas, tanto lógica como metalógicamente, y tal noción de implicación relevante se aproxima a la integración deductiva. Sin embargo, el criterio de compartición de variables que define la relevancia formal adolece de las mismas dificultades que la caracterización sintáctica de la relevancia. Aunque las semánticas formales relevantes ya no son altamente contraintuitivas, sino que reproducen relaciones abstractas de dependencia informacional, aún no hay un marco lo suficientemente preciso y amplio como para definir semánticamente la relevancia. Eventualmente, puede ser una tarea imposible, o irreductiblemente pragmática. Por otra parte, y más importante aún, los sistemas formales relevantes carecen de una metateoría a su vez relevante. Las lógicas relevantes se estudian desde la propia lógica clásica, con argumentos e instrumentos clásicamente



válidos, pero a menudo irrelevantes. El resultado de añadir a un sistema proposicional relevante axiomas cuantificacionales, modales, aritméticos, etc. produce un sistema cuantificacional, modal o aritmético relevante, cuya metateoría es clásica. Para disponer de una teoría semántica ella misma relevante necesitaríamos conceptos relevantes de función, función computable, etc., de los que en estos momentos carecemos.

Una idea cabal del estado de la cuestión de la integración deductiva no contiene sólo estos resultados negativos. Los logros técnicos y conceptuales conseguidos en los últimos decenios nos permiten comprender con precisión cómo a marcos semánticos más generales corresponden sistemas deductivos más débiles. Así los modelos clásicos -consistentes y completables- satisfacen la lógica clásica, mientras que estructuras semánticas menos exigentes -no consistentes o no completables- satisfacen lógicas más débiles como las relevantes, que toleran por ejemplo determinadas contradicciones. No es éste el lugar para precisar ni demostrar estas afirmaciones. Sí es destacable y un antecedente fundamental de este proyecto el reconocer la existencia y el conocimiento de estructuras o instancias semánticas de muy distinto carácter y nivel de abstracción, que sin embargo podemos estudiar unificadamente con los recursos de la lógica simbólica.

Es claro que los recursos de la lógica funcional de verdad y bivalente no son adecuados para dar cuenta de la integración deductiva, en la que la preservación de la verdad no es determinante. Por tanto cabe asumir que, en todo caso, se requieren operadores modales no funcionales de verdad. Ahora se entenderá que no es casual que hayamos querido en este epígrafe presentar unificadamente instancias semánticas tan distintas como mundos, situaciones o circunstancias. Hasta aproximadamente el cambio de milenio, se distinguían con facilidad tres familias de técnicas semánticas para el tratamiento formal de operadores no funcionales de verdad: el paradigma kripkeano (Kripke, 1963) de repercusiones sobradamente conocidas en la filosofía contemporánea, el paradigma UCLA (Montague, 1974) que acabaría albergando la semántica de situaciones, y el paradigma algebraico (Blok, 1980; Jónsson y Tarski, 1951) que albergó las semánticas no clásicas como las relevantes. Es manifiesto que estos paradigmas han generado algunos de los principales resultados metalógicos y encontrado múltiples aplicaciones filosóficas, metamatemáticas y computacionales. Un punto de partida del presente proyecto es el logro paulatino (Béziau, 2003; Dunn y Hardergree, 2001; Meyer, 2002) de la sistematización, unificación y generalización de los instrumentos semánticos formales intensionales. Los paradigmas mencionados se subsumen en un entorno unificado aún más abstracto que incluye la modalización de la lógica cuantificacional (Van Benthem, 2000) la de lógicas subestructurales progresivamente generales (Restall, 2008; Salto & Méndez, 2002) y el desarrollo de sistemas multimodales (Ben-Shachar, Palti y Grodzinsky, 2004; Bonnefon y Van der Henst, 2013). Si bien esta labor de unificación, generalización y abstracción aún no se ha completado, se dispone de nuevos valiosos instrumentos metateóricos que este proyecto aplicará para definir criterios de formalidad lógica. En el apartado siguiente veremos cómo este proyecto pretende aplicar tales criterios de formalidad lógica para el estudio del razonamiento deductivo.

2.3 Teorías de Razonamiento

Considérense las siguientes teorías sobre razonamiento deductivo presentes en la literatura actual, atendiendo al orden en que son presentadas, que a grandes rasgos coincide con su orden cronológico:



El punto de vista tradicional de Frege, Saussure y Piaget asigna un papel central a la lógica elemental clásica en el razonamiento deductivo: la lógica se *realiza* en el pensamiento, de modo que razonar deductivamente es seguir las reglas de la lógica. Después de todo, lo que precisamente distingue el razonamiento deductivo del inductivo es que en aquel, y no en éste, tenemos la seguridad lógica de que las conclusiones se implican de las premisas.

La llamada lógica mental (Braine y O'Brien, 1998) es un marco teórico y experimental que asume que el razonamiento humano emplea y maneja representaciones semánticas aplicando reglas de inferencia análogas a las reglas deductivas de la lógica. Distintas versiones de la lógica mental difieren sobre las reglas precisas que se empleen en cada razonamiento deductivo específico. El modelo empleado coincide en líneas generales con los sistemas de reglas de deducción natural para la lógica elemental clásica, incluyendo reglas como *Reductio ad Absurdum*. Al reproducir los patrones de argumentación y metaargumentación de los sistemas de deducción natural, afrontan distintas dificultades prácticas (repeticiones, ausencia de normalización de pruebas, etc.) que los hacen en ocasiones poco atractivos para razonamientos complejos. Las teorías del razonamiento deductivo que aceptan la lógica mental asumen que la complejidad lógica de una tarea deductiva se corresponde con su complejidad psicológica, de modo que por ejemplo se explica que *Modus Tollens* sea más complejo que *Modus Ponens*, puesto que no basta para la deducción la representación de la premisa condicional.

Teoría de los modelos mentales, comentada más arriba, es el marco teórico rival a la lógica mental y basada en modelos mentales o interpretaciones semánticas específicas (Johnson-Laird, 2005) y renovado en 2006 (Johnson-Laird, 2006). En una inferencia dada, el razonador construye modelos que representan los estados posibles del dominio compatibles con las premisas. Entonces, sin aplicar leyes lógicas, sino en virtud del contenido informacional, se formula una conclusión que habría de ser relevante e informativa. Ulteriormente debe comprobarse si el modelo no contiene contraejemplos a la conclusión. Por ejemplo, los modelos de un condicional material "si p, q" son tres mundos que especifican un posible estado del mundo consistente con la premisa, a saber {p,q}, {no p,q}, {no p, no q}. El origen de la teoría de los modelos mentales está (Schaecken, Vandierendock, Schroyens y D'ydewalle, 2008) en reconocer que diferencias en contenido producen diferentes evaluaciones de argumentos deductivos, y en general sus criterios de validez deductiva coinciden con los de verdad en el modelo señalado. Como ya ha sido comentado, esta teoría de los modelos mentales ha encontrado atractivos en múltiples aplicaciones y desarrollos, como para explicar fenómenos como los sesgos en condicionales (Eklund, 2010), la racionalidad mínima (Kahneman, 2003) y acotada (Tennenbaum, Griffiths y Kemp, 2006) en el razonamiento, así como incluso el razonamiento demostrativo (Stalnaker, 1999).

Está extendida la simbiosis entre la teoría de reglas lógicas y la teoría de modelos mentales, apelando a dos sistemas distintos de razonamiento deductivo. Mientras que el sistema 1 es rápido, automático y no exige movilización de contenidos, el sistema 2 es lento, deliberador y dependiente del significado. (Mele y Rawling, 2005)

La teoría de los mecanismos específicos renuncia a una única herramienta lógica general para explicar el razonamiento deductivo, introduciendo distintos sistemas de reglas heurísticas para distintos modos de razonamiento deductivo (probabilístico, numérico, relacional, etc.). Cierta interpretación del experimento condicional de Wason (1966), conduce a introducir distintas heurísticas para interpretar los distintos contextos condicionales. (Slovic, Finucane, Peters y McGregor, 2002; Van Benthem, 2005) introducen la noción de esquemas de razonamiento y reglas sensibles al contexto, que en general prescinden de una única herramienta lógica de razonamiento deductivo.



Análogamente, Cosmides (identifica un paquete heurístico deductivo pretendidamente específico para el trato entre humanos y fines sociales).

Cabe concluir a la vista de esta disparidad que no sabemos realmente qué es la deducción, a pesar de ser una actividad que se ha estudiado desde el principio de la cultura griega y desde el principio de la cultura universitaria. Sin embargo es aún más plausible y más optimista pensar que hay dos pulsiones o necesidades teóricas distintas que se requieren del razonamiento deductivo. Hay una dirección de desarrollo, que se pretende mostrar con la relación expuesta arriba, que apunta progresivamente a prescindir de un único corpus de reglas generales en la deducción, y substituirlo por colecciones de reglas heurísticas cada vez menos abstractas. Por otra parte, si el razonamiento deductivo se reduce a aplicar reglas heurísticas ad hoc para cada caso, entonces no reconocemos en la deducción los patrones normativos que dan *razones* para que las premisas *deban necesitar* las conclusiones (Hanna, 2006). Por tanto ésta es la dirección inversa. Obsérvese que aquí decimos “deban necesitar” en lugar de “necesiten” con objeto de dejar abierta la posibilidad de que no haya necesidad en la naturaleza. Una concepción naturalizada de la razón debe contemplar al menos esta posibilidad. Pero incluso en su presencia, el carácter normativo de la implicación deductiva *debe* estar presente (Engel, 2002; Tennenbaum, Griffiths y Kemp, 2006; Wojcicki, 1988). Por tanto parece imposible satisfacer esta doble pulsión en el centro de la inferencia deductiva, pues una nos conduce aparentemente a la abstracción y otra a la concreción.

2.3.1 Niveles de abstracción

Introduzcamos ahora intuitivamente el concepto de nivel de formalidad: podemos decir que es el grado de invarianza con que se preserva determinado valor semántico (por ejemplo, la verdad bivalente) respecto de variaciones en las interpretaciones de sus premisas. Nótese que las inferencias analíticas tienen un nivel de formalidad mayor que las inferencias fácticas, y menor que inferencias puramente formales, o lógicamente válidas, esto es, verdaderas incluso en las interpretaciones que rompan convenciones de significado. La inferencia que concluye "tiene cuatro lados" de "es un cuadrado" no es verdadera en cualquier interpretación. Incluso si la proposición 'tiene cuatro lados' implica 'es un cuadrado'. Es razonable pensar que hay distintos niveles de formalidad que se corresponden groseramente con las relaciones: verdad en un modelo señalado, verdad en una clase de modelos, verdad en modelos arbitrarios.

Aparentemente, las pulsiones descritas defienden distintos niveles de formalidad para el razonamiento deductivo. Aunque esta apariencia puede ser una conclusión errada por la tendencia a asimilar lo formal con lo general. Planteamos el problema de modo accesible y directo. Tómese una regla deductiva básica, como el Modus Ponens. Quién diría, entre no profesionales lógicos, que existan algunos putativos contraejemplos a estas reglas:

Si A, entonces B	Si es barato, entonces lo compro
A	Es barato
-----	-----
B	Lo compro

En cambio, son muy fácilmente concebibles por cualquier razonador estándar contextos que cancelan o eliminan la regla de Modus Ponens, creando típicamente situaciones de razonamiento no monotónico (McClelland, 2009).

Si es barato, entonces lo compro
 Es barato
 Me lo regalan

...

Bien parece que es absurdo comprar algo si te lo regalan, y el ejemplo pretende ilustrar vivamente que el MP parece frágil ante la presencia de nuevos contenidos. Es prácticamente inevitable la aparición de tales contextos, lo que aparentemente nos sitúa ante una nueva versión del dilema anterior. Nótese que además de la diferencia normativa entre ambas formas de Modus Ponens, hay una obvia diferencia semántica y una diferencia neural que se ha comprobado con MEG (Pijnacker, Geurts, Van Lambalgen y Hagoort, 2011). Desde las últimas décadas del siglo XX el fenómeno de nomonotonicidad tiene una enorme importancia práctica para el estudio del razonamiento e inteligencia artificial. Ciertamente hay varias maneras en que puede bloquearse desde el punto de vista tradicional la inferencia "refutadora" del modus ponens. Si es la proposición entendida como objeto abstracto la única instancia sometida a MP, entonces, a un precio muy alto, se recupera el punto de vista lógico tradicional. En la premisa tenderíamos a aceptar "es barato", pero no verdad que 'es barato'. A efectos de nuestro interés, no necesita un defensor de la lógica deductiva clásica cargarse de argumentos sutiles intentando demostrar las diferencias profundas entre 'ser barato' y "ser barato". No lo necesita, porque el hecho mismo de que el ejemplo anterior muestre la efectividad de inferencias no monotónicas, ese mismo hecho, se deduce por MP. Sólo deductivamente podría demostrarse una limitación deductiva. Este hecho muestra que no hay una oposición frontal entre la formalidad y la concreción o falta de generalidad, esto es, unificar las dos pulsiones aún es una tarea sensata desde el punto de vista metalógico.

Mientras ha habido un notable esfuerzo por vincular el contenido semántico con el contexto de aparición y evaluación (Streumer, 2007) y se emplean para ello las armas poderosas de la semántica formal (García y Maciá, 2012; Gómez, 2008), sin embargo ha sido muy limitado el esfuerzo análogo por vincular la forma con el contexto (aunque está en inteligencia artificial la obra de Maccarthy y sus seguidores). Surgen tres cuestiones de este planteamiento. La cuestión técnica de definir con rigor e independencia de las propiedades semánticas que se preserven la noción de nivel de formalidad, la cuestión conceptual de entender el concepto de formalidad enfrentándose a ciertos prejuicios filosóficos extendidos, y la cuestión práctica de emplear los niveles de formalidad para, como requiere el experimento fundamental de esta investigación, comprobar que los niveles de formalidad son independientes en parte del contenido (Batens, 2010) y su escuela para comprender el alcance formal del razonamiento no monotónico y con excepciones).

Es claro que hay una estrecha conexión entre la inteligencia fluida y la formalidad. Ambas son "instantáneas", parcialmente independientes del contenido proposicional, están neuralmente lateralizadas y no son exclusivamente verbales. En la tradición histórica de la lógica moderna, el principal instrumento formal de la lógica moderna es el propio concepto de forma. Sin llevar la historia de esta noción fuera de los límites de nuestra competencia, el origen inmediato de tal concepto podemos situarlo en un momento histórico en que aún no se había formado la separación entre las tradiciones continental y analítica de la filosofía contemporánea. Brentano en la naciente álgebra, el joven Husserl en aritmética y Klein en geometría, todos ellos desde una perspectiva que hoy llamamos realista, todos ellos estudiando procesos de



abstracción en tales campos, reunidos hoy en gran parte en la lógica matemática, emplean todos una misma noción de formalidad, que entienden en términos de invarianza, y estrechamente vinculada a la "intuición" propia de la inteligencia fluida.

La invarianza depende del alcance de los grupos de variaciones sobre los que se defina, y por tanto admite grados y admite excepciones, por cuanto es distinta de relaciones como la indiscernibilidad o la bisimilaridad. Hopkins (2013) hace una revisión exhaustiva del concepto de forma en ese momento histórico. Por otra parte, este argumento histórico es consistente con la consideración de modelos o interpretaciones sobre colecciones no conjuntistas, como las mereológicas, que admiten tanto un tratamiento formal como una alta sensibilidad al contexto. Por tanto existe una estrecha vinculación conceptual, técnica y práctica entre la lógica formal y la inteligencia fluida.

2.4 Inteligencia, razonamiento y edad

Esta investigación dedica el esfuerzo a evaluar el razonamiento adulto con el fin de diseñar y realizar un programa de intervención y mejora de las competencias deductivas de la población mayor para preservar la memoria, que impactará socialmente sobre la población mayor que ya es usuaria o beneficiaria de tales programas.

Los estudios epidemiológicos longitudinales nos indican que con la edad hay una disminución en el rendimiento cognitivo, especialmente en la memoria. Autores como Wechsler (1955) afirman que, basándose en el rendimiento de los tests de inteligencia, el máximo logro en las medidas de inteligencia general se consigue antes de los 35 años. El declive cognitivo comienza a observarse entre los 50 y 60 años (Botwinick, 1977; Hertzog y Schaie, 1988) años. Sin embargo, este declive no sucede en todos los individuos ni en todas las áreas. Hay incluso áreas, por ejemplo el área verbal, en las que puede haber mejor rendimiento en las personas de más edad si comparamos con adultos jóvenes. Si consideramos la distinción clásica entre inteligencia cristalizada y fluida (Cattell, 1963), se comprueba que con la edad hay deterioro en la segunda, asociada a la capacidad de procesamiento y a búsqueda de soluciones nuevas y complejas, mientras que se preserva la cristalizada, que opera fundamentalmente con elementos que provienen del aprendizaje y la cultura (Cattell, 1963).

Este tipo de planteamiento ha marcado la primera generación de los programas de entrenamiento mental (PEM) dirigidos habitualmente a personas mayores (Horn, 1975). Los contenidos que se incluyen en este tipo de programas van dirigidos a preservar los contenidos en la memoria durante el mayor tiempo posible. Para ello se realizan ejercicios relacionados con la codificación, memorización y recuperación de información. Por ello apenas se encuentran programas dirigidos a estimular procesos relacionados con la inteligencia fluida, asociada a la inteligencia abstracta. Se diseñan para poblaciones deprivadas culturalmente, personas mayores con quejas de memoria o aquellas con patologías orgánicas. Los prerrequisitos para participar en estos programas son: seguir instrucciones, contar con unos mínimos repertorios gráficos y educativos (lectura, escritura y dibujo) e interactuar ente iguales (Kliegl, Smith y Baltes, 1989).

Los supuestos comunes a los programas de estimulación de memoria son (Cohen-Mansfield y Wirtz, 2007): 1. Que la inteligencia es modificable, y esta modificación es estructural o generalizable. 2. La inteligencia se considera como un conjunto de repertorios básicos de solución de problemas con una regulación claramente verbal. Las habilidades implicadas en la solución de problemas se aprenden a lo largo de la vida del sujeto siguiendo una pautas acumulativo-jerárquicas de lo fácil a lo más difícil, siguiendo dos vías: la exposición directa del sujeto con el ambiente y/o a la



actuación de agentes mediadores, que estructuran, organizan, asocian, valoran y enseñan a responder adecuadamente al ambiente. Este modo de aprendizaje se adquiere por, y se basa en, un sistema de interacción social. 3. Una ejecución deficitaria refleja un déficit de aprendizaje. Este déficit se supone, es un fallo en la estrategia adquirida, no en las operaciones de elaboración implicadas en la resolución de la tarea. Implícitamente parece aceptarse una teoría bifactorial en la que los componentes ejecutivos serían determinados genéticamente, más estáticos y no muy entrenados y las estrategias (metacomponentes) sería la inteligencia cultural susceptible de entrenamiento y mejora. Se supone que con adecuada mediación, dirigida a generar las estrategias que el sujeto no posee o a reparar las deficitarias, se pueden superar dichas ejecuciones. 4. Para establecer la metodología hay tres focos: la tarea, la ejecución del aprendiz y la conducta del entrenador.

Los programas de entrenamiento de memoria se clasifican en función del objetivo perseguido, que a su vez determinará las tareas implicadas, distinguimos dos grupos (Rebok et al., 2004): 1. *Programas de modificación intelectual*, que son los que se dirigen al entrenamiento del razonamiento abstracto, por lo que contemplan en su diseño entrenamiento en habilidades (componentes ejecutivos) como de estrategias de solución (metacomponentes), o sea, son los que responden al razonamiento formal, entendiéndolo éste como el referido a las tareas específicas susceptibles de ser analizadas, como una solución correcta y solo un camino para llegar a ella. Estos se rigen por los tests tradicionales de inteligencia. 2. *Los programas de enseñar a pensar*, que se dirigen a estrategias de solución de problemas de carácter general, o sea, entrenan sólo metacomponentes o estrategias que pueden servir para cualquier problema: práctico, personal o interpersonal, se trata de entrenar el razonamiento no formal, por contraposición al anterior, que puede tener varias alternativas de solución y varias posibilidades de solución correcta y por lo tanto no son totalmente estructurados.



3 ESTUDIO EMPÍRICO

3.1 Objetivos

- Examinar el número de aciertos en el cuestionario de razonamiento deductivo en los grupos de jóvenes y mayores.
- Analizar el número de aciertos en función de las categorizaciones establecidas en el test de razonamiento deductivo en función de los grupos de estudio
- Indagar la relación establecida entre el razonamiento deductivo y el índice de inteligencia
- Comparar el número de errores en el cuestionario de razonamiento en función del nivel de puntuación obtenido en inteligencia no verbal y de edad.
- Comparar las puntuaciones obtenidas en las pruebas de categorías y figuras incompletas que componen la prueba de inteligencia no verbal, en los diferentes grupos de edad.
- Explorar la relación que se establece entre los aciertos de razonamiento deductivo, la inteligencia no verbal y los resultados académicos.

3.2 Hipótesis

- Los grupos de estudio, jóvenes y mayores, no presentan diferencias en el número de aciertos en los ítems de razonamiento *formalidad*.
- Los jóvenes tiene mayor número de aciertos que los mayores en los ítems de razonamiento *analíticos*.
- Los mayores presentan más aciertos que los jóvenes, en los ítems de *sentido común*.
- Los jóvenes y mayores tienen más aciertos en los ítems *integrables* que en los *no integrables*.
- Los jóvenes y mayores obtienen mayor número de aciertos en los ítems con menor nivel de *complejidad*.
- Los jóvenes y mayores obtienen mayor número de aciertos en los ítems *modales* que en los *no modales*.
- Los sujetos con mayor puntuación en *inteligencia* obtienen mejores resultados en los ítems de *razonamiento*.
- Los sujetos con mejores puntuaciones en el índice de *memoria no verbal* obtienen mejores calificaciones académicas.
- Se establece una relación entre los aciertos en razonamiento deductivo, la puntuación en inteligencia no verbal y calificaciones académicas.

3.3 Metodología

3.3.1 Sujetos

La muestra de estudio se compone de 80 sujetos, de los que 30 jóvenes, y 49 son mayores. La captación de la muestra se hizo efectiva en el caso de los jóvenes entre



alumnos de la de la titulación de Grado y de Educación Social de la Facultad de Educación de la Universidad de León. Respecto a los mayores, la selección se hizo entre sujetos que participan en los cursos de entrenamiento de memoria en Centros de día de los ayuntamientos de León y Ponferrada.

3.3.2 Criterios de Inclusión y exclusión

Los criterios de inclusión de los sujetos de estudio fueron: 1. Manejo funcional de la lectura y la escritura, evaluación de la inteligencia 2. Participación en cursos de memoria con tres años de antigüedad. Como criterios de exclusión déficit sensorial que interfiere con la vida diaria, estar repitiendo el curso.

3.3.3 Instrumentos de Medida

Cuestionario sociodemográfico

Los sujetos de estudio cumplieron datos relativos a su edad, sexo, ocupación, estudios realizados.

Escalas de Inteligencia de Reynolds (RIAS)

Las escalas RIAS proporciona una completa y fiable evaluación de la inteligencia y la memoria de las personas con edades entre los 3 y los 94 años en aproximadamente 40 minutos. Ha sido diseñado para que su aplicación, corrección e interpretación resulten sencillas. Se compone de seis pruebas (dos de inteligencia verbal, dos de inteligencia no verbal y dos de memoria) y ofrece puntuaciones en Inteligencia general, Memoria general, Inteligencia verbal e Inteligencia no verbal.

Objetivos del RIAS

- Proporcionar una medida fiable y válida de la inteligencia y sus dos componentes principales, la inteligencia verbal y la inteligencia no verbal, en estrecha correspondencia con la inteligencia cristalizada y la inteligencia fluida.
- Permitir la continuidad de la medida a lo largo de todas las etapas del desarrollo, desde los 3 hasta los 94 años, con fines tanto clínicos como investigadores.
- Proporcionar un instrumento de medida práctico en cuanto a su eficiencia en términos de tiempo, costes directos e información requerida de una medida de inteligencia.
- Reducir sustancialmente o eliminar la influencia de la coordinación visomotora y la velocidad motora en la medida de la inteligencia.
- Eliminar la influencia de la lectura en la medida de la inteligencia.
- Proporcionar una satisfactoria predicción del rendimiento escolar básico comparable como mínimo a la obtenida por otros tests de inteligencia que doblan en tiempo de aplicación al RIAS.
- Emplear conceptos conocidos y familiares que resulten claros y fáciles de interpretar, junto con procedimientos de aplicación y corrección sencillos.
- Eliminar aquellos ítems que muestren un funcionamiento diferencial en función del sexo o del origen étnico del sujeto evaluado.



Índices que proporciona el RIAS

- IG (índice de Inteligencia General): es una estimación de la inteligencia general. Es el resultado de la suma de las puntuaciones T de las cuatro pruebas que forman el índice de Inteligencia Verbal (IV) y el Índice de Inteligencia No Verbal (INV).
- IV (Índice de inteligencia Verbal): se trata de una estimación sintética de la inteligencia verbal concebida como razonamiento verbal y refleja principalmente las funciones intelectuales cristalizadas.
- INV (Índice de Inteligencia no Verbal): se refiere a una estimación sintética de la inteligencia no verbal concebida como razonamiento no verbal y refleja principalmente las funciones intelectuales fluidas.
- IM (Índice de Memoria): es una estimación sintética de las funciones de la memoria verbal y no verbal en su conjunto.

Las puntuaciones obtenidas en esta prueba, se organizan en cinco niveles. Nosotros para este estudio hemos agrupado los niveles en tres: nivel 1 por debajo del promedio (0,1,2), nivel 2 en el promedio (3) y nivel 3 (por encima del promedio (4,5,6) (ver tabla 1)

Tabla 1: Niveles de puntuación en RIAS

Descriptor verbal	Nivel de puntuación	Intervalo de puntuaciones del test de inteligencia
Considerablemente por debajo del promedio	0	≤ 69
Moderadamente por debajo del promedio		70-79
Por debajo del promedio		80-89
En el promedio	1	90-109
Por encima del promedio	2	110-119
Moderadamente por encima del promedio		120-129
Considerablemente por encima del promedio		≥ 130

Cuestionario de Razonamiento Deductivo

Para la elaboración del cuestionario se contó con asesoramiento experto en el ámbito de del razonamiento formal. El cuestionario se compone de 62 ítems en los que se tiene en cuenta cuatro tipo de categorizaciones respecto del razonamiento deductivo. El criterio de estas categorizaciones se fundamenta en el interés candente encontrado en la literatura científica: nivel formal, integrable/no integrable, complejidad y modalidad.

A continuación se hace una breve descripción de cada una de estas categorizaciones:

Formalidad: Los ítems se clasifican en tres niveles de abstracción (formal, analítico y sentido común) en función de su grado de independencia del contenido. Las inferencias formales son sincategoremáticas o independientes de los contenidos semánticos o mentales involucrados. Las inferencias analíticas dependen de las



3.4 Resultados

Los análisis propuestos para esta investigación fueron descriptivos: datos directos, porcentajes, medias y comparativos: ANOVAs y regresión lineal. Los análisis post-hoc fueron realizados con el test de Bonferroni. Todas las medidas fueron realizadas con el SPSS para Windows, versión 17.1.

3.4.1 Análisis Estadísticos

Fiabilidad del instrumento

Con el fin de valorar la fiabilidad del instrumento de razonamiento se utilizó la validación del alpha de Cronbach, a través del cálculo de las correlaciones entre elementos que componen la escala. Los resultados de la fiabilidad Alfa de Cronbach fueron .775 lo que significa que el instrumento de razonamiento tiene alta consistencia interna y es fiable. Además, el instrumento obtuvo un índice de validación de .850 para los índices INV, IG e IM por lo que el test es válido.

Respecto a la capacidad del instrumento para la variable que realmente sea la operacionalización del concepto que queremos medir. Se valoraron dos aspectos: validez de contenido mediante la aprobación de 10 *expertos*. Concluyeron que todos y cada una de las dimensiones del concepto que queremos medir están presentes en el instrumento y se encuentran adaptadas al contexto.

Respecto a la validez de construcción, que hace referencia a la relación existente entre los conceptos teóricos y su operacionalización o especificación en las variables de estudio, empleamos el método de validación factorial. Se llevó a cabo un análisis de factores confirmatorio para seleccionar los reactivos que apoyan la validez de constructo del test de razonamiento de acuerdo a las cargas factoriales que poseen en la dimensión que teóricamente pertenecen.

Se utilizó el método de máxima verosimilitud, a través de la técnica de rotación Varimax. En la Tabla 1, se expone el valor Eigen, el porcentaje de varianza total atribuible a cada dimensión, y la varianza total acumulada del análisis factorial del test de razonamiento. En la columna de valor Eigen, se encuentra el total de la varianza explicada por cada dimensión o factor.

Tabla 3: Análisis de Factores a través del método de máxima verosimilitud con rotación Varimax para las cuatro dimensiones/factores

Factor	Valor Eigen	Porcentaje Varianza Explicada	Porcentaje Acumulado
1	6.235	16.407	16.407
2	3.642	9.585	25.992
3	2.469	6.498	32.490
4	1.719	4.523	37.013

Nota: El total de varianza explicada por los 4 factores fue igual a 37.01 %.

En el análisis factorial que se le hizo al test de razonamiento, se decidió extraer 4 factores, uno para cada dimensión subyacente en la escala, con el fin de corroborar si se



podían obtener medidas independientes para cada dimensión. Los 62 reactivos cumplieron con el criterio de selección basados en el índice de discriminación. Se comprueba que el test de razonamiento contiene 4 dimensiones o factores establecidas en orden según el valor eigen: (1) formalidad, (2) integrable, (3) complejidad y (4) modal.

La adecuación de la matriz de correlación para el análisis de factores del test de razonamiento se estableció utilizando la prueba de adecuación de muestreo de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y la prueba de esfericidad de Bartlett (BS). Se obtuvo un valor KMO igual a .281 y un BS igual a 2691.132 ($p = 0.000$).

Descripción de las medidas

Cuestionario de razonamiento deductivo

Los resultados del cuestionario de razonamiento deductivo aplicado al conjunto de la muestra, revelan que es mayor el número de errores que de aciertos. Cuando se analizan los datos por grupos se observa que el número de aciertos supera ligeramente la mitad del test, frente a los grupos de mayores que predomina el número de errores. Respecto al número de acierto/errores por categorizaciones. En *formalidad* el porcentaje de aciertos es mayor en los jóvenes en todos los subniveles. En el caso de los mayores, el grupo 3 resuelve mejor la *formalidad* y en el *sentido común* y el nivel *analítico* lo resuelve mejor el grupo 2. Los ítems *integrables/no integrables*, los resuelven mejor los jóvenes que los mayores. En los grupos de mayores, el grupo 3 resuelve mejor los *integrables* y el grupo 2 los *no integrables*. En el nivel de *complejidad*, El grupo de jóvenes comete menos errores que el grupo de mayores. En los mayores se observa que el nivel 1 lo resuelven con el mismo número de errores los dos grupos de mayores, el nivel 0, 2, 3 y 5 los resuelven mejor los sujetos del grupo 3 de mayores y el ítem 4 mejor el grupo 2 de mayores. La categorización de *modalidad/no modalidad*, la resuelve mejor el grupo de jóvenes que de mayores. En los grupos de mayores, la *modalidad* la resuelven mejor el grupo 3 que el grupo 2 y a la inversa en el caso de la *no modalidad* (ver tabla 4, tabla 5 y gráfico 1 en ANEXO 2)

Test de Inteligencia

Los resultados obtenidos en la prueba de inteligencia se organizaron por niveles de puntuación: 0. Por debajo del promedio, 1 en el promedio y 2 por encima del promedio. La muestra total de sujetos pone de manifiesto que los sujetos se agrupan en las puntuaciones promedio tanto en INV, IG e IM. El grupo de jóvenes se sitúa por debajo del promedio y los grupos de mayores se distribuyen en los tres niveles de puntuación en inteligencia pero la mayoría se sitúa en el promedio.

Respecto a los datos que relacionan el nivel de puntuación en el test de inteligencia y los aciertos/errores del test de razonamiento, superan la mitad del test en el caso del grupo de jóvenes tanto los que están por debajo del promedio como los que están en el promedio. En los grupos de mayores los aciertos están por debajo de la mitad del test en todos los niveles de inteligencia al igual que ocurre cuando se analizan los datos con la totalidad de la muestra.

El grupo de jóvenes con nivel 0 en el INV obtiene mejor porcentaje de aciertos en los tres niveles de *formalidad* que los sujetos del nivel 1. En el grupo 2 de mayores el porcentaje de aciertos en los niveles de formalidad es similar en los dos niveles 0 y 1 de



inteligencia. Respecto del nivel de formalidad analítico llama la atención el nivel tan alto de aciertos en los sujetos del nivel 3 de inteligencia con respecto a los sujetos en los niveles 0 y 1. Los sujetos del grupo 3 de mayores que están en el nivel 1 de inteligencia, obtienen mayor número de aciertos en todos los niveles de formalidad. Llama la atención especialmente la diferencia de aciertos entre los niveles 0 y 1 en el nivel de inteligencia en el nivel de formalidad tanto *analítico* como *sentido común*. Igualmente ocurre cuando los datos se analizan con toda la muestra.

En el análisis del número de aciertos de integrabilidad los resultados ponen de manifiesto que el grupo de jóvenes del nivel 0 de inteligencia resuelven mejor la integrabilidad que los sujetos del nivel 1 de inteligencia. Respecto del grupo 2 de mayores resuelven mejor los no integrables cuando pertenecen al los niveles 0 y 2 de inteligencia, especialmente en este último. El grupo 3 de mayores resuelven mejor los ítems de integrabilidad los sujetos que son del nivel 1 de inteligencia. Los datos analizados con toda la muestran un porcentaje similar en los diferentes niveles de inteligencia.

En el nivel de complejidad de razonamiento, señalar que los aciertos tanto en toda la muestra como por grupos, no parece haber correspondencia con el nivel de complejidad de los ítems y el porcentaje de aciertos, dado que en el nivel de mayor complejidad los sujetos obtienen mejores porcentajes que los de menor nivel de complejidad. También parecen ser independientes del nivel de inteligencia. Por consiguiente, no parece relacionarse el nivel de complejidad y de inteligencia con el porcentaje de aciertos.

El número de aciertos en modalidad no parece relacionarse con el nivel de inteligencia en ningún caso. Únicamente en los casos de no *modalidad* en el nivel 1 del grupo de mayores 3 y en el nivel 3 en el grupo de mayores 2.

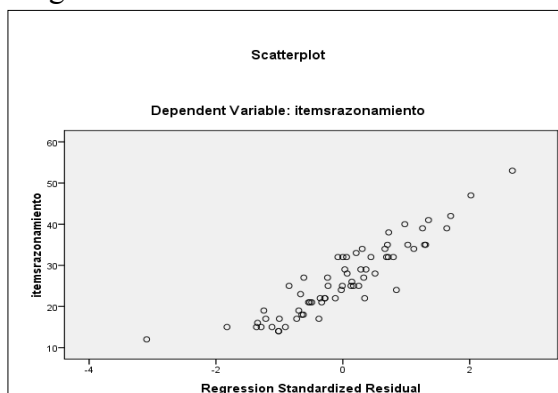
Los resultados de aciertos en las subpruebas para la medida de la inteligencia no verbal, muestran que tanto en el caso de las categorizaciones como de figuras incompletas, el grupo de jóvenes supera a los grupos de mayores. En el caso de los mayores, los dos del grupo 3 superan en número de aciertos a los del grupo 2. (Ver tabla 6, gráfico 2 en el Anexo 3).

3.4.2 Análisis Comparativos

Regresión

Se computó la línea de regresión con los ítems variable *razonamiento* y el nivel de inteligencia no verbal por grupos de estudio. Se demuestra una alta relación y un poder predictivo entre las variables (alta concentración de puntos que asemejan una línea).

Imagen 2: Análisis de regresión lineal de las variables razonamiento-inteligencia-grupos





ANOVA – Se realizó un análisis de varianza simple (One-Way ANOVA) para explorar si existen diferencias estadísticamente significativas entre el número de aciertos y errores por grupos. La significancia obtenida fue menor del nivel alfa de .05 ($p = .046$) por lo que existen diferencias estadísticamente significativas entre las variables bajo estudio.

Para profundizar aún más en las diferencias existentes en el número de aciertos y errores entre los grupos se realizó el análisis de comparaciones múltiples post hoc a través de la prueba Bonferroni. Los resultados obtenidos reflejan que el G1 presentó las diferencias estadísticamente significativas con el G2 ($p = .008$) y el G3 ($p = .010$), el G2 con el G3 ($p = .038$).

Tabla 7: Comparaciones múltiples de aciertos entre grupos

	df	F	Sig.
Entre grupos	2	1.976	.046
Intra grupos	75		
Total	77		

INV: Índice No Verbal

RIAS: Escalas de Inteligencia de Reynolds

ANOVA – Se realizó un análisis de varianza simple (One-Way ANOVA) para explorar si existen diferencias estadísticamente significativas entre las puntuaciones INV, IG e IM y los niveles INV, IG e IM por grupos. Las significancias obtenidas menores del nivel alfa de .05 fueron: puntuación INV ($p = .041$), nivel INV ($p = .002$) y nivel IG (.001) por lo que entre estas variables existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos bajo estudio.

Para profundizar aún más en las diferencias existentes en la puntuación INV y los niveles INV e IG por grupos se realizó el análisis de comparaciones múltiples post hoc a través de la prueba Bonferroni. Los resultados obtenidos reflejan en las puntuaciones INV que el G1 presentó las diferencias estadísticamente significativas con el G3 ($p = .035$), en el nivel INV el G1 con el G3 ($p = .021$) y en el nivel IG con el G1 y el G3 ($p = .045$).

Tabla 8: Diferencias significativas entre nivel de inteligencia y grupos

	df	F	Sig.	
Puntuación INV	Entre grupos	2	3.342	.041
	intragrupos	76		
	Total	78		
Nivel INV	Entre grupos	2	6.633	.002
	intragrupos	76		
	Total	78		
Nivel IG	Entre grupos	2	8.125	.001
	Intra grupos	76		
	Total	78		

Anova's – Categorizaciones (Por Grupos)

ANOVA – Se realizó un análisis de varianza simple (One-Way ANOVA) para explorar si existen diferencias estadísticamente significativas entre las categorías de razonamiento explicadas por el aspecto de la formalidad (sentido común, puramente



formal y analítico) entre los grupos bajo estudio. Los resultados reflejan que existen diferencias estadísticamente significativas en las categorizaciones de sentido común y puramente formal ($p = .000$). Sin embargo, no existen diferencias estadísticamente significativas en las categorizaciones analíticas ($p = .269$) entre los grupos.

Para profundizar aún más en las diferencias existentes en las categorizaciones de razonamiento (sentido común y puramente formal) entre los grupos se realizó el análisis de comparaciones múltiples post hoc a través de la prueba Bonferroni. Los resultados obtenidos para la variable de sentido común reflejan que el G1 presentó las diferencias estadísticamente significativas con el G2 ($p = .000$) y el G3 ($p = .020$), el G2 con el G3 ($p = .028$). Para la variable puramente formal los resultados obtenidos reflejan diferencias estadísticamente significativas entre todos los grupos ($p = .000$).

Tabla 9: Análisis de comparaciones múltiples entre grupos y niveles de formalidad

		df	F	Sig.
sentidocomun	Entre grupos	2	27.803	.000
	Intra grupos	75		
	Total	77		
puraformal	Entre grupos	2	30.693	.000
	Intra grupos	75		
	Total	77		
analítico	Entre grupos	2	1.338	.269
	Intra grupos	75		
	Total	77		

ANOVA – Se realizó un análisis de varianza simple (One-Way ANOVA) para explorar si existen diferencias estadísticamente significativas entre las categorías de razonamiento explicadas por el aspecto de lo integrable (integrable y no integrable) entre los grupos bajo estudio. Los resultados reflejan que existen diferencias estadísticamente significativas en las categorizaciones de integrable y no integrable entre los grupos ($p = .000$).

Para profundizar aún más en las diferencias existentes en las categorizaciones de razonamiento (integrable y no integrable) entre los grupos se realizó el análisis de comparaciones múltiples post hoc a través de la prueba Bonferroni. Los resultados obtenidos para la variable integrable reflejan que el G1 presentó las diferencias estadísticamente significativas con el G2 ($p = .000$) y el G3 ($p = .000$). Para la variable no integrable los resultados obtenidos reflejan diferencias estadísticamente significativas entre todos los grupos ($p = .000$).

Tabla 10: Análisis de comparaciones múltiples entre grupos e integrabilidad

		df	F	Sig.
integrable	Entre grupos	2	45.146	.000
	Intra grupos	75		
	Total	77		
No integrable	Entre grupos	2	16.653	.000
	Intra grupos	75		
	Total	77		



ANOVA – Se realizó un análisis de varianza simple (One-Way ANOVA) para explorar si existen diferencias estadísticamente significativas entre las categorías de razonamiento explicadas por el aspecto de la complejidad (reglas lógicas utilizadas del 0 al 5) entre los grupos bajo estudio. Los resultados reflejan que existen diferencias estadísticamente significativas en las categorizaciones de la complejidad entre los grupos.

Para profundizar aún más en las diferencias existentes en las categorizaciones de razonamiento (reglas lógicas utilizadas) entre los grupos se realizó el análisis de comparaciones múltiples post hoc a través de la prueba Bonferroni. Los resultados obtenidos para la variable regla lógica 3 (amarillo) reflejan que el G1 presentó las diferencias estadísticamente significativas con el G2 ($p = .000$). Para la variable regla lógica 0 (verde) los resultados obtenidos reflejan diferencias estadísticamente significativas entre G1 y G2 ($p = .000$). Para la variable regla lógica 1 (azul) los resultados obtenidos reflejan diferencias estadísticamente significativas entre todos los grupos. Los resultados obtenidos para la variable regla lógica 2 (rojo) reflejan que el G1 presentó las diferencias estadísticamente significativas con el G2 y el G3 ($p = .000$). Para la variable regla lógica 4 (rosa) los resultados obtenidos reflejan diferencias estadísticamente significativas entre G1 y G2 ($p = .029$). Para la variable regla lógica 5 (morada) los resultados obtenidos reflejan diferencias estadísticamente significativas entre G1 y G2 ($p = .002$).

Tabla 11: Análisis de comparaciones múltiples entre grupos y nivel de complejidad

		df	F	Sig.
ReglaLog3	Entre grupos	2	21.702	.000
	Intra grupos	75		
	Total	77		
ReglaLog 0	Entre grupos	2	7.795	.001
	Intra grupos	75		
	Total	77		
ReglaLog1	Entre grupos	2	28.051	.000
	Intra grupos	75		
	Total	77		
ReglaLog2	Entre grupos	2	28.499	.000
	Intra grupos	75		
	Total	77		
ReglaLog4	Entre grupos	2	4.242	.018
	Intra grupos	75		
	Total	77		
ReglaLog5	Entre grupos	2	6.416	.003
	Intra grupos	75		
	Total	77		

ANOVA – Se realizó un análisis de varianza simple (One-Way ANOVA) para explorar si existen diferencias estadísticamente significativas entre las categorías de razonamiento explicadas por el aspecto de lo modal entre los grupos bajo estudio. Los resultados reflejan que existen diferencias estadísticamente significativas en las categorizaciones de lo modal entre los grupos ($p = .000$).



Para profundizar aún más en las diferencias existentes en las categorizaciones de razonamiento (modal y no modal) entre los grupos se realizó el análisis de comparaciones múltiples post hoc a través de la prueba Bonferroni. Los resultados obtenidos para la variable integrable reflejan que el G1 presentó las diferencias estadísticamente significativas con el G2 ($p = .000$) y el G3 ($p = .000$).

Tabla 12: Análisis de comparaciones múltiples entre grupos y nivel de modalidad

		df	F	Sig.
modal	Entre grupos	2	52.424	.000
	Intra grupos	75		
	Total	77		

Anova's- Nivel INV RIAS (Por Grupos)

ANOVA – Se realizó un análisis de varianza simple (One-Way ANOVA) para explorar si existen diferencias estadísticamente significativas entre las categorías de razonamiento explicadas por el aspecto de la formalidad (sentido común, puramente formal y analítico entre los niveles bajo estudio. Los resultados reflejan que no existen diferencias estadísticamente significativas en las categorizaciones de sentido común y puramente formal según el NIVEL INV RIAS.

Tabla 13: Diferencias significativas entre nivel de inteligencia no verbal y formalidad

		df	F	Sig.
Sentido común	Entre grupos	2	.303	.739
	Intra grupos	75		
	Total	77		
formal	Entre grupos	2	.615	.543
	Intra grupos	75		
	Total	77		
analítico	Entre grupos	2	1.809	.171
	Intra grupos	75		
	Total	77		

ANOVA – Se realizó un análisis de varianza simple (One-Way ANOVA) para explorar si existen diferencias estadísticamente significativas entre las categorías de razonamiento explicadas por el aspecto de lo integrable (integrable y no integrable) entre los niveles bajo estudio. Los resultados reflejan que no existen diferencias estadísticamente significativas en las categorizaciones de integrable y no integrable según el NIVEL INV RIAS.

ANOVA – Se realizó un análisis de varianza simple (One-Way ANOVA) para explorar si existen diferencias estadísticamente significativas entre las categorías de razonamiento explicadas por el aspecto de la complejidad (reglas lógicas utilizadas del 0 al 5) entre los niveles bajo estudio. Los resultados reflejan que no existen diferencias



estadísticamente significativas en las categorizaciones de la complejidad según el NIVEL INV RIAS excepto en la variable regla lógica 4 (rosa) ($p = .011$).

Para profundizar aún más en las diferencias existentes en la categoría de razonamiento explicada por la complejidad específicamente la regla lógica 4 (rosa) según el NIVEL INV RIAS se realizó el análisis de comparaciones múltiples post hoc a través de la prueba Bonferroni. Los resultados que el G1 presentó las diferencias estadísticamente significativas con el G2 ($p = .000$).

Tabla 14: Diferencias significativas entre nivel de inteligencia no verbal y complejidad

	df	F	Sig.
ReglaLog4 Entre grupos	2	4.776	.011
Intra grupos	75		
Total	77		

ANOVA – Se realizó un análisis de varianza simple (One-Way ANOVA) para explorar si existen diferencias estadísticamente significativas entre las categorías de razonamiento explicadas por el aspecto de lo modal entre los niveles bajo estudio. Los resultados reflejan que no existen diferencias estadísticamente significativas en las categorizaciones de lo modal y no modal según el NIVEL INV RIAS.

3.5 Discusión

Los datos obtenidos, aunque no son concluyentes, nos permiten intuir que se establece una relación entre el número de aciertos en razonamiento deductivo, la edad y el nivel de inteligencia no verbal, aunque no con el rendimiento académico.

Niveles de formalidad y edad

Nuestro cuestionario de razonamiento deductivo plantea tres niveles de abstracción (formal, analítico, sentido común), obteniendo como resultados básicos: todos los grupos de estudio utilizan los tres niveles, aunque lo hacen con distinto grado de éxito. Los jóvenes aciertan sistemáticamente más en el nivel formal. Los sujetos de los tres grupos tienen tanto más éxito en sus tareas deductivas cuanto más abstracto es el ítem.

Estos tres niveles de abstracción se corresponden con los principales modelos teóricos distintos del razonamiento deductivo, tal y como se expuso en el estado de la cuestión (Schechter 2012, Johnson-Laird 1991, Evans 1993, 2012). Desde el punto de vista de la lógica mental, el razonamiento deductivo manipula reglas o esquemas formales independientes de contenido. Desde el punto de vista de los modelos mentales, el razonamiento deductivo manipula modelos lógicos de las premisas, y por tanto su nivel de formalidad es menor. Finalmente, si deducir es aplicar reglas heurísticas basadas en la experiencia y el contenido, entonces el razonamiento deductivo apenas se distingue del inductivo o abductivo.

Los datos obtenidos muestran que los tres grupos de investigación han manejado reglas heurísticas de bajo nivel de abstracción, especialmente los grupos de mayor edad. En el grupo de jóvenes, el número de aciertos supera ligeramente la mitad del test (53,065) frente a los dos grupos de mayores, donde el número de aciertos queda



bastante por debajo de la mitad (32,607) en el caso del grupo 2 y (36,022) en el caso del grupo 3.

Estos datos son coincidentes con la literatura científica, que desde los años noventa ha acreditado fenómenos semejantes. Corral (1998) realizó diferentes indagaciones para analizar la adquisición y consolidación del pensamiento formal en adultos jóvenes. Para ello, aplicó tareas formales de segundo orden a un grupo de preuniversitarios y universitarios, encontrando que aquellos cometían menos errores en tareas de segundo orden. Una explicación para estos resultados podría estar en que los estudiantes de COU tenían más reciente este tipo de tareas de razonamiento porque se incluye como práctica en el curriculum escolar. Por consiguiente, la efectividad en tareas de razonamiento formal de segundo orden podría estar asociada al entrenamiento y no a la edad. Es decir, incluso en el supuesto de que la capacidad de razonamiento formal fuese innata, sería necesario un contexto adecuado donde desarrollarse. Sucede entonces con el razonamiento deductivo tal y como ocurre con la percepción o con el desarrollo motor que se explican como *affordance* o “oportunidades de acción que pueden encontrarse en el ambiente” (Constantini, Committeri y Sinigaglia, 2011).

De los resultados de nuestra investigación se extrae que los distintos niveles de formalidad no son excluyentes, es decir, que conviven en un mismo sujeto. No obstante, el hecho de que no se hayan encontrado diferencias significativas entre jóvenes y mayores en el número de aciertos en los ítems analíticos y que en los ítems de sentido común no hayan aplicado reglas formales preferentemente, nos lleva a conjeturar que incluso el razonamiento deductivo depende del contenido de las premisas y otros supuestos de los sujetos de estudio, más que de la forma lógica.

Para profundizar en la influencia del contenido a la hora de razonar deductivamente, se organizaron los ítems por temática: pisos, llamadas y varios, estos últimos se caracterizan por ser ejemplos típicos de tareas formales, del estilo de la *tarea de Wason* (Wason 1966, Evans 2003), en las que fácilmente los sujetos comenten falacias por la influencia de la pragmática. Los resultados encontrados según esta clasificación, nos llevan a pensar que en el grupo de jóvenes podría influir la temática de los ítems más que en los mayores.

Integración y edad

El problema de la integración o pertinencia de la conclusión respecto de las premisas de un razonamiento deductivo es una de las principales cuestiones abiertas en el estudio del razonamiento deductivo tanto natural como artificial (Rojas-Barahona, 2010). En nuestro estudio observamos que tanto el grupo de jóvenes como los grupos de mayores comenten menos errores en los ítems integrables que en los no integrables. Destacablemente, el grupo de jóvenes reconoce mejor la validez de inferencias no integrables, como muestra la menor diferencia de aciertos entre inferencias integrables y no integrables entre los jóvenes. De nuevo, podemos interpretar que los razonadores mayores se manejan con menos abstracción del contenido, especialmente si éste resulta aparentemente incoherente, como por ejemplo la inferencia válida: Si soy un dinosaurio, entonces me toca la lotería.

La mayoría de los sujetos parece manejar reglas heurísticas de bajo nivel de abstracción del tipo: si las premisas no son integrables, la inferencia es falsa. (Schechter 2012). De este modo se explica el amplio número de errores deductivos de mayores en los ítems no integrables. El mayor acierto de los jóvenes con inferencias no integrables se explica eventualmente por la búsqueda de razones lógicas subyacentes ante una tarea aparentemente incoherente.



Complejidad lógica, complejidad lingüística y edad

Cuando se analizaron los datos en función del nivel de complejidad, observamos que no hay correspondencia entre el número de aciertos y el nivel de complejidad como se muestra en el Anexo II. Por ejemplo el número de aciertos del nivel de complejidad 2 y 3 en el caso de los jóvenes es similar y en el caso del grupo 2 de mayores el número de aciertos es similar en los niveles 3 y 4. En el caso del grupo 3 de mayores en los niveles 2 y 3. Por último, en los grupos de jóvenes y grupo 3 de mayores, el nivel de complejidad 5 supera al nivel de complejidad 4.

Teniendo en cuenta estos resultados, se analizaron los datos de acuerdo al número de palabras de los ítems, observando que tampoco parece influir la complejidad entendida lingüísticamente. Por ejemplo, si atendemos a la tabla 2, donde los datos están organizados por orden de aciertos, observamos que los ítems 27 y 41 tienen un total de 4 palabras que no guardan correspondencia con el porcentaje de aciertos en ninguno de los grupos de estudio. Estos hechos se confirman también con los ítems 35, 21, 3 y 17 todos ellos con 20 palabras ó los ítems 11 y 6 cuentan con 26 palabras. Además, cuando comparamos ítems con el mismo número de palabras (por ejemplo el ítem 20) pero con diferente nivel de dificultad, tampoco parece que se cumpla el criterio de complejidad lógica a la hora de analizar los aciertos teniendo en cuenta este criterio.

Finalmente, buscando la forma de dilucidar algún otro criterio que explique el ranking de aciertos de los sujetos, analizamos los ítems en orden a los signos de puntuación incluidos en el texto de las premisas. Los resultados fueron de nuevo poco consistentes. Por ejemplo, los ítems 30 y 42 que tienen el mismo número de palabras, signos de puntuación y mismo nivel de complejidad, y sin embargo están dispersos en el ranking de aciertos deductivos. Lo mismo ocurre cuando se analizan los ítems con el mismo número de palabras, diferente nivel de complejidad y diferente número de signos de puntuación. Por ejemplo, se esperaría que el ítem 17 al tener mayor nivel de complejidad y más número de signos de puntuación, obtuviese también menor porcentaje de aciertos entre los sujetos de estudio, pero no sólo no fue así, sino que en los dos grupos de mayores el nivel de aciertos de este ítem supera al de jóvenes y además en el ranking se encuentra de los primeros. Por último, cuando analizamos la complejidad por el número de signos de puntuación, en el caso del ítem 33, se ratifica esta falta de relación entre la complejidad y el acierto deductivo (ver tablas 15 y 16).

La cuestión de la complejidad es esencial para comprobar si el razonador procede de modo composicional y recursivo solucionando por partes o por operadores la tarea deductiva. La perspectiva logicista de la deducción basada en la lógica mental presupone que el razonador humano procede aplicando reglas formales, en cuyo caso se correspondería la complejidad lógica con la complejidad razonadora.

Este argumento es en esencia el aportado por Johnson-Laird (1995, 2006), Corral (1998), y otros científicos cognitivos contra la lógica mental (Schaeken 2007), que aquí confirmamos.

Modalidad y edad

En el caso de los ítems modales, el grupo de mayor edad obtiene mejores resultados en el conjunto de ítems *no modales* que en *los modales*. Teniendo en cuenta que estos ítems se caracterizan por presentar condiciones de verdad relativas a un índice o modalidad, que puede ser temporal, doxástico, deóntico o alético, estamos ante el hecho de que se ratifica el modelo teórico que relaciona el pensamiento más flexible con las personas que tienen más edad (Carstensen, 2005). Una vez más, estos resultados podrían estar relacionados con el mayor protagonismo que tendría para los



mayores el contexto y que en el caso de los ejercicios modales se hace más patente al influir en la información de las premisas y por consiguiente en dar con la respuesta acertada (ver tabla 5).

A pesar de que Cartensen (2005), predice los resultados obtenidos por este estudio en relación a la modalidad. Este hecho sin embargo plantea distintas dificultades. En primer lugar la presencia de operadores modales aumentaría la complejidad lógica del razonamiento, por lo que puede tratarse en este caso de otro tipo de complejidad. Es posible que el ser integrables los ítems modales favoreciese su correcta deducción.

La conexión entre la flexibilidad cognitiva y la modalidad deductiva no es evidente y merecería un estudio detallado. Cuando se asocia al pensamiento adulto capacidades dialécticas o dinámicas (Labouvie-Vief, 1977): es difícil confirmar con precisión el alcance y la naturaleza exacta de tales afirmaciones. Las modalidades deductivas en el razonamiento son a menudo computables y decidibles (Gabbay 2003, Gómez Torrente 2000), en ocasiones incluso con más facilidad que las deducciones no modales. Investigaciones ulteriores deben decidir este punto.

Verdad versus validez

El razonamiento deductivo preserva la validez y por esta razón es un valioso instrumento de inferencia. Sin embargo, la validez no es una propiedad particularmente valiosa para nuestras creencias, de las que es más importante su verdad, o incluso su probabilidad. Por lo tanto para nuestro sentido común y la inmensa mayoría de nuestras inferencias habituales (incluso en contextos científicos) nuestro razonamiento es inductivo o abductivo, y no deductivo. Este hecho por sí sólo no elimina el componente formal de la deducción, que sí se ha corroborado en los datos obtenidos, aunque limitadamente.

El cuestionario elaborado en este trabajo ha manifestado la importancia de los elementos metacognitivos en la deducción y en el reconocimiento de la deducción. La respuesta “No se deduce” tiene implicaciones e implicaturas metacognitivas. Apelando a la clasificación en órdenes de cognición (Corral, 1998), la deducción de la no deducción es un metaproblema cognitivo de mayor orden que la deducción misma. En el cuestionario no hemos analizado estos niveles de complejidad, aunque su desarrollo ha motivado la reflexión metacognitiva que estamos desarrollando en la actualidad (Evans, 2012).

Índice de inteligencia no verbal y Razonamiento deductivo

Los resultados indican que el grupo de mayores obtiene mejores resultados en inteligencia no verbal que el grupo de jóvenes. Mientras que el grupo de jóvenes se sitúa en su mayoría por debajo del promedio el grupo de mayores se sitúa mayoritariamente en el promedio. Además, algunos de los sujetos del grupo de mayores 2 se sitúan por encima del promedio (ver ANEXO III). Los datos encontrados ratifican investigaciones que aseguran que no necesariamente se relaciona el nivel académico con el nivel de inteligencia no verbal (Cattell, 1963; Stern, 2009). Respecto a los resultados analizados según el nivel de índice de inteligencia no verbal y categorizaciones, sorprende que tanto el grupo de jóvenes y grupo 2 de mayores obtengan más aciertos en los diferentes de niveles de formalidad que los sujetos que están por debajo de promedio. Únicamente, el número de aciertos del grupo 3 de mayores cumple con las expectativas respecto al número de aciertos y nivel de formalidad. El número de aciertos en integrabilidad es mejor en el grupo de jóvenes



pero llama la atención nuevamente que los resultados sean mejores entre los sujetos que están por debajo del promedio. Respecto al grupo 2 de mayores los resultados son mejor en los sujetos que están en el nivel 3 de inteligencia no verbal y en los que están en el promedio en el caso del grupo 3 de mayores, datos acordes con las hipótesis planteadas y con los estudios revisados (Ver Anexo III). Los resultados de complejidad vuelven a crear desconcierto dado que no siguen una línea clara, pues no parece haber relación entre el número de aciertos y el nivel de inteligencia no verbal. Por ejemplo, en los sujetos mayores el número de aciertos de los ítems de mayor complejidad lo resuelven mejor los sujetos que están en el promedio en nivel de inteligencia no verbal que los que están por encima del mismo y los que están por debajo del promedio que los que están en el promedio en el caso del grupo 3 de mayores. Finalmente, en cuanto a modalidad los jóvenes con mejor nivel de inteligencia no verbal resuelven mejor los ítems, modales y viceversa en el caso de los dos grupos de mayores, resultados que vuelven a sorprendernos dado que no hay correspondencia ni con las hipótesis planteadas ni con los estudios revisados (Ver Anexo IV).

Respecto a los datos descriptivos relacionados con número de aciertos en razonamiento, nivel de índice en inteligencia no verbal y rendimiento académico, destacamos que no parece haber una relación entre estas variables. Sujetos que obtienen mejores calificaciones (por ejemplo el caso...) no está entre los que tienen mayor nivel de aciertos en la prueba de razonamiento deductivo ni tampoco están en los que tienen mejor índice de inteligencia no verbal

3.6 Conclusiones

La tendencia de los resultados obtenidos en nuestro estudio nos lleva a concluir que:

1. El rendimiento en tareas de razonamiento deductivo muestra estar asociado a la edad del razonador. Los más jóvenes alcanzan mejores resultados consistentemente en distintas medidas.
2. Hay constancia de flexibilidad de pensamiento en el grupo de mayor edad, confirmándose los planteamientos que relacionan el éxito en el razonamiento modal con la edad.
3. Hay una regresión lineal clara entre el razonamiento deductivo acertado y los niveles de inteligencia no verbal en todos los sujetos. Sin embargo, al distribuir la muestra en distintos niveles de inteligencia, ésta queda descompensada y no permite verificar en qué nivel de inteligencia fluida se manifiesta el razonamiento deductivo óptimo.
4. El éxito en tareas de razonamiento deductivo no parece relacionarse con la complejidad lógica y/o lingüística de las tareas.
5. La relación entre el rendimiento académico, el número de aciertos en tareas deductivas y el nivel de inteligencia no verbal no es estadísticamente significativo.

Futuras investigaciones estarán dirigidas al diseño experimental que nos permita controlar la muestra para de este modo dilucidar los datos que en este estudio han salido a la luz pero quedan parcialmente acreditados.



4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A Costa, N. C., y French, S. (2003). *Science and partial truth: A unitary approach to models and scientific reasoning*. Oxford: Oxford University Press.
- Anderson, A.R., y Belnap, N.D. (1975). *Entailment: The logic of Relevance and Necessity, vol. I*. Princeton: Princeton University Press.
- Anderson, A.R., Belnap Jr, N.D., y Dunn, J.M. (1992). *Entailment: The logic of Relevance and Necessity, vol. II*. Princeton: Princeton University Press.
- Backman, L. (1990). Plasticity of memory functioning in normal aging and Alzheimer's disease. *Acta Neurol Scan, 82 (Supl 129)*, 32-6.
- Ball, K., Berch, D.B., Helmers, K.F., Jobe, J.B., Leveck, M.D., Marsiske, M. et al. (2002). Effects of cognitive training interventions with older adults: A randomized controlled trial. *JAMA: The journal of the American Medical Association, 288(18)*, 2271-2281.
- Baltes, P.B., Lindenberger, U. y Staudiner, U.M. (1998). Life span theory in developmental psychology. En W. Damon (Editor-in-Chief) y R.M. Lerner (Vol.Ed). *Handbook of Child Psychology:Vol.1. Theoretical Models of Human Development (6 th ed)*,(pp. 569-664). New Jersey: Wiley.
- Baltes, P.B., Reuter-Lorenz, P.A., y Rösler, F. (Eds.) (2006). *Lifespan development and the brain: The perspective of biocultural co-constructivism*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bazzanella, B., Bouquet, P., y Warglien, M. (2005, July). What do external representations tell about Mental Models? An exploratory study in deductive reasoning. En *Proceedings of the XXVII Annual Conference of the Cognitive Science Society (Cogsci, 2005)* (pp. 21-23).
- Beall, J., y Van Fraassen, B.C. (2003). *Possibilities and paradox: An introduction to modal and many-valued logic*. Oxford: Oxford University Press.
- Ben-Shachar, M., Palti, D., y Grodzinsky, Y. (2004). Neural correlates of syntactic movement: Converging evidence from two fMRI experiments. *NeuroImage, 21(4)*, 1320-1336.
- Béziau, J. (2003). *Recherches sur la Logique Universelle*. Doctoral Dissertation. Paris.
- Blok, W.J. (1980). The lattice of modal logics: an algebraic investigation. *Journal of Symbolic Logic, 45*, 221-236.
- Bonnefond, M., y Van der Henst, J.B. (2013). Deduction electrified: ERPs elicited by the processing of words in conditional arguments. *Brain and language, 124(3)*, 244-256.

- Botwinick, J. (1977). Intellectual abilities. En J.E. Birren, K.W. Schaie (Eds.), *Handbook of the psychology of aging* (pp. 580-605). New York: Van Nostrand Reinhold.
- Braine, M.D., O'Brien, D.P., y Braine, M. (1998). *Mental logic*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Buitenweg, J.I., Murre, J.M., y Ridderinkhof, K.R. (2012). Brain training in progress: a review of trainability in healthy seniors. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6.
- Carstensen, L.L. (1995). Evidence for a life-span theory of socioemotional selectivity. *Current directions in psychological science*, 4(5), 151-156.
- Carstensen, L.L., y Mikels, J.A. (2005). At the intersection of emotion and cognition aging and the positivity effect. *Current Directions in Psychological Science*, 14(3), 117-121.
- Cattell, R.B. (1963). Theory of fluid and crystallized intelligence: A critical experiment. *Journal of educational psychology*, 54(1), 1-22.
- Charles, S.T., y Carstensen, L.L. (2007). Emotion regulation and aging. En J.J. Gross (Ed.), *Handbook of emotion regulation*, (pp. 307-327). New York: Guilford Press.
- Cohen-Mansfield, J., y Wirtz, P.W. (2007). Characteristics of adult day care participants who enter a nursing home. *Psychology and aging*, 22(2), 354-360.
- Constantini, M., Committeri, G., y Sinigaglia, C. (2011). Ready Both to your and to my hands : Mapping the action space of others. *Plos One*, 6 (4). doi: 10.1371/ e17923
- Corral, A. (1998). *De la lógica del adolescente a la lógica del adulto*. Trotta.
- Craik, F.I., y Bialystok, E. (Eds.) (2006). *Lifespan cognition: Mechanisms of change*. Oxford, England: Oxford University Press.
- Dunn, J.M., y Hardegree, G. (2001). *Algebraic methods in philosophical logic*. Oxford: Oxford University Press.
- Eklund, P. (2010). Signatures for assessment, diagnosis and decision-making in ageing. En *Information Processing and Management of Uncertainty in Knowledge-Based Systems Applications* (pp. 271-279). Springer, Berlin: Heidelberg.
- Engel, P. (2002). *The Norm of Truth*. Acumen Press.
- Fernández-Ballesteros, R. (Dir.) (2009). *Psicogerontología. Perspectivas Europeas para un mundo que envejece*. Madrid: Ediciones Pirámide.
- Gabbay, D.M., Kurucz, A., Wolter, F., y Zakharyashev, M. (2003). *Many-dimensional modal logics: Theory and applications*. Amsterdam: Elsevier.



- García-Carpintero, M., y Maciá, J. (2006). *Two-dimensional semantics*. Clarendon: Oxford University Press.
- Gerken, M. (2012). Univocal Reasoning and Inferential Presuppositions. *Erkenntnis*, 76(3), 373-394.
- Giedd, J.N., Blumenthal, J., Jeffries, N.O., Castellanos, F.X., Liu, H., Zijdenbos, A., et al. (1999). Brain development during childhood and adolescence: a longitudinal MRI study. *Nature neuroscience*, 2(10), 861-863.
- Gigerenzer, G., y Selten, R. (2002). *Bounded rationality: The adaptive toolbox*. Cambridge: M.I.T Press.
- Goel, V. (2003). Cognitive Neuroscience of Deductive Reasoning. En K. Holyoak y R. Morrison (Eds.), *Cambridge Handbook of Thinking and Reasoning*. Cambridge University Press.
- Goel, V. (2007). Anatomy of deductive reasoning. *Trends in cognitive sciences*, 11(10), 435-441.
- Gogtay, N., Giedd, J.N., Lusk, L., Hayashi, K.M., Greenstein, D., Vaituzis, A.C., et al. (2004). Dynamic mapping of human cortical development during childhood through early adulthood. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101(21), 8174-8179.
- Gómez-Torrente, M. (2000). *Forma y Modalidad*. Buenos Aires: Eudeba.
- Gómez-Torrente, M. (2010). Are There Model-Theoretic Logical Truths that are not Logically True?. En D. Patterson (Coord.), *New Essays on Tarski and Philosophy*. Oxford University Press.
- Hall, C., Lipton, R., Sliwinski, M., Katz, M., Derby, C., y Verghese, J. (2009). Cognitive activities delay onset of memory decline in persons who develop dementia. *Neurology*, 73(5), 356-361.
- Hanna, R. (2006). *Rationality and logic*. Cambridge: M.I.T Press.
- Hanoch, Y., Wood, S., y Rice, T. (2007). Bounded rationality, emotions and older adult decision making: Not so fast and yet so frugal. *Human development*, 50(6), 333-358.
- Harman, G. (1973). *Thought*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
- Harman, G. (1986). *Change of View. Principles of Reasoning*. Boston: MIT Press.
- Harman, G. (2002). Internal critique: A logic is not a theory of reasoning and a theory of reasoning is not a logic. En D.M. Gabbay, R.H. Johnson, H.J. Ohlbach, and J. Woods (Eds.), *Handbook of the logic of argument and inference: The turn towards the practical, volume 1 in studies in logic and practical reasoning* (pp. 171-128). Amsterdam: Elsevier Science B.V.

- Harman, G. (2003). *Reasoning, Meaning and Mind*. Oxford: Oxford University Press.
- Harman, G. y Kulkarni, S. (2013). *Reliable Reasoning*. Boston: MIT Press.
- Hertzog, C., y Schaie, K.W. (1988). Stability and change in adult intelligence: II. Simultaneous analysis of longitudinal means and covariance structures. *Psychology and aging*, 3(2), 122-130.
- Holyoak, K.J., y Morrison, R.G. (Eds.) (2012). *The Oxford handbook of thinking and reasoning*. USA: Oxford University Press.
- Hopkins, B.C. (2011). *The Origin of the Logic of Symbolic Mathematics: Edmund Husserl and Jacob Klein (Studies in Continental Thought)*. Indiana: Oxford University Press.
- Horn, J.L. (1975). Psychometric studies of aging and intelligence. En R. Gershon, A. Raskin (Eds.), *Genesis and treatment of psychologic disorders in the elderly (Aging, vol II)* (PP. 19-43). New York: Raven.
- Houdé, O. (2011). Imagerie cérébrale, cognition et pédagogie. *M/S-Medecine Sciences*, 27(5), 535-540.
- Houdé, O., Zago, L., Crivello, F., Moutier, S., Pineau, A., Mazoyer, B. et al. (2001). Access to deductive logic depends on a right ventromedial prefrontal area devoted to emotion and feeling: evidence from a training paradigm. *NeuroImage*, 14(6), 1486-1492.
- Israel, L. (1988). *Método de entrenamiento de la memoria*. Barcelona: Semar.
- Johnson-Laird, P.N. (1983). *Mental models: Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness* (No. 6). Cambridge: Harvard University Press.
- Johnson-Laird, P.N. (2005). Deductive reasoning. En J. Ping, J.G. Li, M.F. Chen, y B. Xiang (Eds.), *Cognitive studies of science and reasoning, vol. 2* (pp. 409-449). Beijing, China: *Hang Xi People's Press*.
- Johnson-Laird, P.N. y Byrne, R.M. (1991). *Deduction*. Hillsdale : Lawrence Earlbaum.
- Johnson-Laird, P.N., Byrne, R.M., y Schaeken, W. (1992). Propositional reasoning by model. *Psychological review*, 99(3), 418-439.
- Jonhson-Laird, P.N. (1995). Models in deductive thinking. En M.S. Gazzinaga (Ed.), *The cognitive neurosciences* (pp. 999-1008). Cambridge: MIT Press.
- Johnson-Laird, P.N. (2005). Mental models and thought. En K. Holyoak y R.J. Stenberg (Eds.), *The Cambridge handbook of thinking and reasoning* (pp. 185-208). Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Johnson-Laird, P.N. (2006). *How we reason*. USA: Oxford University Press.



- Jonathan, S.T., Evans, B.T., Newstead, S.E., y Byrne, R.M.J. (1993). *Human Reasoning: The Psychology of Deduction*. Hove, U.K.: Lawrence Erlbaum.
- Jonathan, S.T., Evans, J.S.B., Handley, S.J., y Over, D.E. (2003). Conditionals and conditional probability. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 29(2), 321-355.
- Jonathan, S.T. y Evans, B.T. (2012). Questions and Challenges for the new Psychology of Reasoning. *Thinking and Reasoning*, 18 (1), 5-31.
- Jónsson, B., y Tarski, A. (1951). Boolean algebras with operators. Part I. *American Journal of Mathematics*, 73(4), 891-939.
- Kahneman, D. (2013). A perspective on judgment and choice: Mapping bounded rationality. *American Psychologist*, 58 (9), 697-720.
- Kliegl, R., Smith, J., y Baltes, P.B. (1989). Testing-the-limits and the study of adult age differences in cognitive plasticity of a mnemonic skill. *Developmental psychology*, 25(2), 247-256.
- Kripke, S.A. (1963). Semantical considerations on modal logic. *Acta philosophica fennica*, 16, 83-94.
- Le Poncin, M., y Levine, M. (1989). *Gimnasia cerebral*. Madrid: Temas de hoy.
- López Fernández, V. (2012). *Efecto de las prácticas de ocio en las funciones cognitivas y la localización de fuentes electroencefalográficas (EEG) en personas mayores*. Disertación tesis. Universidad de León.
- Mayr, U. (2008). Introduction to the special section on cognitive plasticity in the aging mind. *Psychology and aging*, 23(4), 681-683. doi: 10.1037/a0014346.
- McClelland, J.L. (2009). The place of modeling in cognitive science. *Topics in Cognitive Science*, 1(1), 11-38.
- Mele, A.R., y Rawling, P. (2005). *The Oxford handbook of rationality*. Oxford: Oxford University Press Oxford.
- Meyer, R. (2002). *Combinators and Relational Semantics*. Canberra: Canberra A.N.U. Report.
- Montague, R. (1974). *Formal philosophy; selected papers of Richard Montague*. New Haven.
- Monti, M.M., Parsons, L.M., y Osherson, D.N. (2009). The boundaries of language and thought in deductive inference. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(30), 12554-12559.
- Moreno-Ríos, S., y García-Madruga, J.A. (2002). Priming in deduction: A spatial arrangement task. *Memory & cognition*, 30(7), 1118-1127.

- Moro, A., Tettamanti, M., Perani, D., Donati, C., Cappa, S.F., y Fazio, F. (2001). Syntax and the brain: disentangling grammar by selective anomalies. *NeuroImage*, 13(1), 110-118.
- Morrison, A.B., y Chein, J.M. (2011). Does working memory training work? The promise and challenges of enhancing cognition by training working memory. *Psychonomic bulletin & review*, 18(1), 46-60.
- Oberauer, K., Hörnig, R., Weidenfeld, A., y Wilhelm, O. (2005). Effects of directionality in deductive reasoning: II. Premise integration and conclusion evaluation. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 58(7), 1225-1247.
- Ortiz, T., Martin-Loeches, M., y Vila, E. (1990). Frontal Lobes and Ageing Effect on the P300 Component of the Auditory Event—Related Potentials. *Applied Psychology: an international review*, 39(3), 323-330.
- Pijnacker, J., Geurts, B., van Lambalgen, M., Buitelaar, J., y Hagoort, P. (2011). Reasoning with exceptions: an event-related brain potentials study. *Journal of cognitive neuroscience*, 23(2), 471-480.
- Rajah, M.N., y D'Esposito, M. (2005). Region-specific changes in prefrontal function with age: a review of PET and fMRI studies on working and episodic memory. *Brain*, 128(9), 1964-1983.
- Rebok, G.W., Carlson, M., Glass, T.A., McGill, S.M., Hill, J. y Wasik, B. (2004). Short-term impact of Experience Corps participation on children and schools: Results from a pilot randomized trial. *Journal of Urban Health*, 81, 79-93.
- Requena, C. (2002a). *Manual Memoria mejor. Ejercicios para reforzar la memoria I. León, Spain*. Universidad de León: Servicio de Publicaciones y Medios Audiovisuales.
- Requena, C. (2002b). *Manual Memoria mejor. Ejercicios para reforzar la memoria I. Soluciones. León, Spain*. Universidad de León: Servicio de Publicaciones y Medios Audiovisuales.
- Requena, C. (2002c). *Manual Memoria mejor. Ejercicios de entrenamiento de la memoria I. Soluciones. León, Spain*. Universidad de León: Servicio de Publicaciones y Medios Audiovisuales.
- Requena, C. (2002d). *Manual Memoria mejor. Ejercicios de entrenamiento de la memoria II. León, Spain*. Universidad de León: Servicio de Publicaciones y Medios Audiovisuales.
- Requena, C. (2002e). *Manual Memoria mejor. Ejercicios de entrenamiento de memoria II. Soluciones. León, Spain*. Universidad de León: Servicio de Publicaciones y Medios Audiovisuales.



- Requena, C. (2002f). *Manual Memoria mejor. Ejercicios para reforzar la memoria II. León, Spain*. Universidad de León: Servicio de Publicaciones y Medios Audiovisuales.
- Requena, C. (2002g). *Manual Memoria mejor. Ejercicios para reforzar la memoria II. Soluciones. León, Spain*. Universidad de León: Servicio de Publicaciones y Medios Audiovisuales.
- Requena, C. (2006). *Manual Memoria mejor. Ejercicios para reforzar la memoria III. León, Spain*. Universidad de León: Servicio De Publicaciones y Medios Audiovisuales.
- Requena, C. (2007). *Manual Memoria mejor. Ejercicios para reforzar la memoria IV. León, Spain*. Universidad de León: Servicio de Publicaciones y Medios Audiovisuales.
- Requena, C., López, V., y Salto, F. (en prensa). Effect of leisure on aged brains. *Clinical gerontologist*.
- Restall, G. (2008). *Substructural logic*. 2nd Edition. London.
- Reverberi, C., Cherubini, P., Frackowiak, R.S., Caltagirone, C., Paulesu, E., y Macaluso, E. (2010). Conditional and syllogistic deductive tasks dissociate functionally during premise integration. *Human brain mapping*, 31(9), 1430-1445.
- Rojas-Barahona, C.A., Moreno-Ríos, S. y García-Madruga, J.A. (2010). Desarrollo del razonamiento deductivo: Diferencias entre condicionales fácticos y contrafácticos. *Psicología*, 31, 1-24.
- Salto F., y Méndez, J.M. (2002). Minimal negation in Minimal Implicative Logic. *Reports on Mathematical Logic*, 60, 15-27.
- Scarmeas, N., Levy, G., Tang, M., Manly, J., y Stern, Y. (2001). Influence of leisure activity on the incidence of Alzheimer's disease. *Neurology*, 57(12), 2236-2242.
- Schaeken, W., Vandierendonck, A., Schroyens, W., y d'Ydewalle, G. (2008). *The mental models theory of reasoning: refinements and extensions*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Schaie, K.W. (2005). *Developmental influences on adult intellectual development: The Seattle longitudinal study*. New York: C.U.P.
- Schechter, J. (2012). Deductive Reasoning. En H. Pashler (Ed.), *Encyclopedia of the Mind*. SAGE Publishing.
- Shipstead, Z., Redick, T.S., y Engle, R.W. (2012). Is working memory training effective?. *Psychological bulletin*, 138(4), 628-654. doi: 10.1037/a0027473.

- Slovic, P., Finucane, M.L., Peters, E., y MacGregor, D.G. (2007). The affect heuristic. *European Journal of Operational Research*, 177(3), 1333-1352.
- Stalnaker, R.C., y Stalnaker. (1999). *Context and content: Essays on intentionality in speech and thought*. Oxford: Oxford University Press.
- Stanley, J.T., y Isaacowitz, D.M. (2011). Age-related differences in profiles of mood-change trajectories. *Developmental psychology*, 47(2), 318-330.
- Stengel, F., Trzoska, M., & Bourgeois, J.F. (1993). Entrenamiento de la memoria. Profilaxis de la pérdida de memoria, Mejora de la capacidad de memoria en personas de edad avanzada. En W. Meier-Ruge (Ed.), *Formación y entrenamiento en geriatría. El paciente de edad avanzada en medicina general*. Barcelona: Sandoz.
- Stern, Y. (2002). What is cognitive reserve? Theory and research application of the reserve concept. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 8(3), 448-460.
- Stern, Y. (2009). Cognitive reserve. *Neuropsychologia*, 47(10), 2015-2018.
- Stern, Y., Alexander, G., Prohovnik, I., Stricks, L., Link, B., Lennon, M., et al. (1995). Relationship between lifetime occupation and parietal flow Implications for a reserve against Alzheimer's disease pathology. *Neurology*, 45(1), 55-60.
- Stern, Y., Habeck, C., Moeller, J., Scarmeas, N., Anderson, K.E., Hilton, H.J., et al. (2005). Brain networks associated with cognitive reserve in healthy young and old adults. *Cerebral Cortex*, 15(4), 394-402.
- Streumer, B. (2007). Reasons and Entailment. *Erkenntnis*, 66(3), 353-374.
- Tenenbaum, J.B., Griffiths, T.L., y Kemp, C. (2006). Theory-based Bayesian models of inductive learning and reasoning. *Trends in cognitive sciences*, 10(7), 309-318.
- Van Benthem, J. (2000). Modal foundations for predicate logic. En E. Orłowska (Ed.), *Logic at Work*. Berlín.
- Van Benthem, J. et al.. (2005). *Handbook of Modal Logic*. London: Elsevier.
- Walsh, C.R., y Johnson-Laird, P.N. (2001). The Semantic Modulation of Deductive Premises. En J.D. Moore y K. Stenning (Eds.), *Proceedings of the 23rd Annual Conference of the cognitive Science Society* (pp. 1084-1088). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Wason, P.C. (1966). Reasoning. En B.M. Foss (Ed.), *New Horizons in Psychology*. Harmondsworth: Penguin.
- Wechsler, D. (1955). *Manual for the Wechsler Adult Intelligence Scale*. New York: Psychological Corporation.



- Williamson, O. (1988). First order logics for comparative similarity. *Journal of Formal Logic*, 29(4), 457-481.
- Wilson, B.A. y Moffat, N. (1992). The development of group memory therapy. En B.A. Wilson y N. Moffat (Eds.) *Clinical management of memory problems*. San Diego, California, USA: Singular Publishing Group.
- Wójcicki, R. (1988). *Theory of logical calculi: basic theory of consequence operations* (Vol. 199). Springer, Dordrecht: Kluwer.
- Yesavage, J. (1993). Propuestas terapéuticas en las disfunciones de la memoria en edades avanzadas. En W. Meir-Ruge (Ed.), *Formación y entrenamiento en Geriatría. El paciente de edad avanzada en medicina general*. Barcelona: Sandoz.
- Yesavage, J.A. (1985). Non pharmacologic treatments for memory losses with normal aging. *The American Journal of Psychiatry*, 142, 600-605.
- Yesavage, J.A. (1990). Age-associated memory impairment: Conceptual background and treatment approaches. En M. Bergener, M. Ermini y H.B. Stahelin (Eds.), *Challenges in aging* (pp. 53-72). London: Academic Press.



5 ANEXOS

Anexo 1

Test de Razonamiento Deductivo

- 1- Todos los pisos grandes y céntricos son caros. Este piso es grande y luminoso. ¿Es caro?
- 2- Todos los pisos grandes y céntricos son caros. Este piso es luminoso y céntrico. ¿Es caro este piso?
- 3- Todos los pisos grandes y céntricos son caros. Este piso es grande y luminoso. Además no es caro. ¿Es céntrico?
- 4- Todos los pisos grandes y céntricos son caros. Este piso céntrico no es pequeño. ¿Es caro?
- 5- Todos los pisos grandes y céntricos son caros. Me conformo con que mi piso sea barato o luminoso. Me conformo con un piso pequeño y lejos.
- 6- El piso que me interesa es grande o céntrico, o ambas cosas. El piso que me ofreces es pequeño y céntrico. ¿Me interesa el piso?
- 7- Si el piso es grande y céntrico, entonces es caro. El piso es grande y barato. El piso no es céntrico.
- 8- Todas las llamadas diurnas a fijo o a internacional son gratis. Esta mañana llamé y me cobraron. Llamé a un móvil nacional.
- 9- Si este piso es grande y céntrico, entonces es caro. Este piso es una ganga si es barato, grande y céntrico. Este piso es una ganga.
- 10- Todas las llamadas diurnas a fijo o a internacional son gratis. Llamé a un fijo y me cobraron. Llame por la noche y soy un dinosaurio.
- 11- Todas las llamadas diurnas a fijo o a internacional son gratis. Me cobraron una llamada nacional. O llamé de noche o llamé a un móvil.
- 12- Si el piso es grande y céntrico, entonces es caro. El piso es barato. El piso no es ni grande ni céntrico.
- 13- Si el piso es grande y céntrico, entonces es caro. El piso es barato. El piso no es grande o no es céntrico.
- 14- Todas las llamadas diurnas a fijo o a internacional son gratis. Llamé a un fijo y me cobraron. Llamé por la noche o bebo demasiado.
- 15- Si el piso es grande y céntrico, entonces es caro. El piso es grande, amplio y elegante. El piso es caro.
- 16- Si el piso es grande y céntrico, entonces es caro. El piso no es caro. Tampoco es grande. ¿Es céntrico?
- 17- No es un piso pequeño. Es un piso grande.
- 18- Si trabajas, entonces cobras un sueldo. Trabajas. Cobras un sueldo.
- 19- Este piso es caro o no es caro.
- 20- Si el piso es grande y céntrico, entonces es caro. El piso es pequeño y feo. No es caro.
- 21- Todas las llamadas diurnas a fijo o a internacional son gratis. No todas las llamadas son gratis.
- 22- Todas las llamadas diurnas a fijo o a internacional son gratis. Algunas llamadas diurnas son gratis.
- 23- El piso es caro y barato. El piso es caro.
- 25- Soy un trocante o soy cojo. Ando perfectamente. Soy un trocante.
- 26- El gobierno dulcina o recaemos en la crisis. No recaemos en la crisis. El gobierno no dulcina.
- 27- Necesito piso. Necesito piso.
- 28- Prefiero un piso grande. Si vivo en un hotel, prefiero un piso grande.
- 29- Eres un trocante o no eres un trocante.
- 30- Vivo en la calle. Necesito piso.
- 31- A veces soy melindro y no soy melindro.
- 32- Quien bien te quiere te hará llorar. El no te hace llorar. ¿No te quiere bien?
- 33- Cuando llueve, presvícea. Cuando no llueve, presvícea. ¿Presvícea?
- 34- Si hay un problema de tráfico, entonces no hay guardia. No hay un problema de tráfico. ¿Hay guardia?
- 35- Los paraguas azules no te protegen de la lluvia. Por lo tanto, los paraguas no te protegen de la lluvia.
- 36- Si me votas, entonces te hago feliz. Me votas. ¿Te hago feliz?
- 37- Cualquiera que no lllore, ríe. Todos lloran o ríen.
- 38- Yo no soy un melindro. Luego hay algo que yo no soy.
- 39- Si me votas, entonces te hago feliz. Me votas y te machaco. ¿Te hago feliz?
- 40- Los conejos roen. Algo roe.
- 41- Lloró desconsoladamente. Qué pena.
- 42- Estamos en Otoño. Las hojas caen.
- 43- Estamos en Otoño. No estamos en Verano.
- 44- Todos lloran o ríen. Lloro o río.
- 45- Lloró desconsoladamente. Lloró.
- 46- Esto es un cuadrado. Esto tiene más de tres lados.
- 47- Todos quieren a alguien. ¿Todos son queridos?
- 48- Soy vecino de Rita. Si Rita es mi vecina, está harta de mí. ¿Está Rita harta de mí?
- 49- Todos lloran o ríen. Todos lloran o todos ríen.
- 50- Soy vecino de Rita. Si soy vecino de alguien, le respeto. ¿Respeto a Rita?
- 51- Todos lloran o ríen. Todos lloran o algunos ríen.
- 52- Soy infeliz. Cuando como soy feliz. No como.



- 53- Si soy grande, te gano. Soy fuerte. Te gano.
54- Si soy grande, te gano. Somos grandes. Te gano.
55- Si soy débil, no puedo ir. Soy vieja. No puedo ir.
56- Si no soy culpable, iré a la cárcel. Soy inocente. Iré a la cárcel.
57- Carolina es pequeña y musculosa. Si Carolina es fuerte, te adelanta. Carolina te adelanta.
58- Petra es pequeña y musculosa. Petra es débil o Petra es fuerte. Petra es fuerte.
59- Soy culpable voy a la cárcel. Soy inocente. No voy a la cárcel.
60- No soy culpable. Soy inocente o el vecino me sonrío. El vecino me sonrío.
61- Todos me adelantan. Alguien es adelantado por todos.
62- Todos adelantan a alguien. Alguien adelanta a todos.
63- Posiblemente te equivocas. Seguro que si te vas, no te equivocas. No es seguro que te vas.

Posibles respuestas a todas las preguntas:

Se deduce que Sí
No se deduce

Se deduce que No
No entiendo (/)



Anexo 2

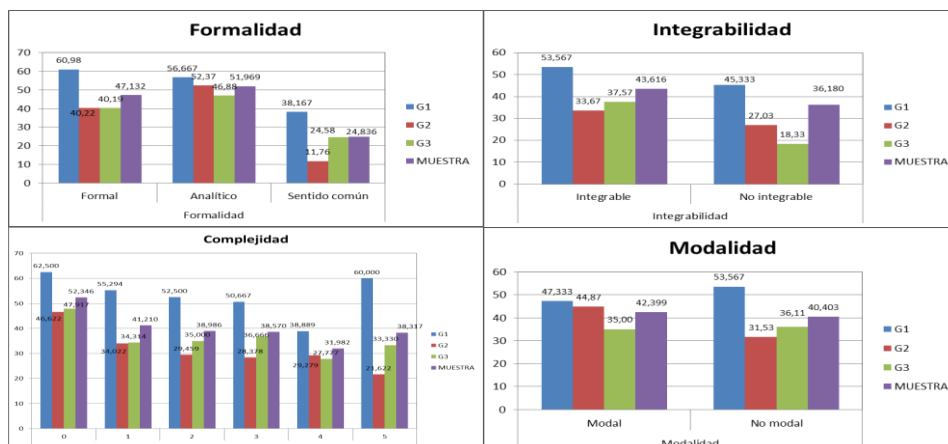
Tabla 4: Items del test de razonamiento deductivo por orden de aciertos

Jóvenes G1 %	ITEM	Mayores G2 %	ITEM	Mayores G2 %	ITEM	Mayores G3 %	ITEM	Mayores G3 %
Aciertos		Aciertos		Aciertos		Aciertos		Aciertos
50,000	45	94,595	56	29,730	45	91,667	34	33,333
50,000	50	86,486	59	29,730	37	83,333	38	33,333
50,000	4	83,784	63	29,730	40	83,333	47	33,333
46,667	40	81,081	28	27,027	50	83,333	48	33,333
46,667	18	75,676	31	27,027	36	75,000	53	33,333
46,667	19	64,865	15	24,324	46	75,000	61	33,333
46,667	43	62,162	17	21,622	18	66,667	15	25,000
43,333	46	62,162	48	21,622	19	66,667	16	25,000
43,333	27	59,459	53	21,622	7	58,333	25	25,000
40,000	61	59,459	21	18,919	12	58,333	29	25,000
40,000	6	54,054	60	18,919	14	58,333	55	25,000
40,000	51	54,054	10	16,216	27	58,333	56	25,000
36,667	12	48,649	41	16,216	44	58,333	57	25,000
36,667	25	48,649	57	16,216	51	58,333	62	25,000
36,667	32	48,649	58	16,216	8	50,000	22	16,667
36,667	23	45,946	11	13,514	9	50,000	24	16,667
36,667	44	45,946	29	13,514	59	50,000	26	16,667
33,333	36	43,243	2	10,811	4	41,667	30	16,667
33,333	3	40,541	13	10,811	6	41,667	33	16,667
30,000	33	40,541	20	10,811	11	41,667	49	16,667
30,000	37	40,541	49	8,108	23	41,667	60	16,667
30,000	38	40,541	62	8,108	32	41,667	13	8,333
30,000	52	37,838	30	5,405	43	41,667	31	8,333
26,667	7	35,135	34	5,405	52	41,667	39	8,333
20,000	9	35,135	47	5,405	58	41,667	41	8,333
20,000	26	35,135	55	5,405	1	33,333	42	8,333
16,667	8	32,432	24	2,703	2	33,333	54	8,333
16,667	14	32,432	35	2,703	3	33,333	63	8,333
13,333	22	32,432	39	2,703	17	33,333	10	0,000
10,000	1	29,730	16	0,000	21	33,333	20	0,000
6,667	54	29,730	42	0,000	28	33,333	35	0,000

Tabla 5: Aciertos en test de razonamiento deductivo organizados por categorías

		Nº ITEMS	G1	G2	G3	MUESTRA
Formalidad	Formal	34	60,98	40,22	40,19	47,132
	Analítico	8	56,667	52,37	46,88	51,969
	Sentido común	20	38,167	11,76	24,58	24,836
Integrabilidad	Integrable	57	53,567	33,67	37,57	43,616
	No integrable	5	45,333	27,03	18,33	36,180
Complejidad	0	8	62,500	46,622	47,917	52,346
	1	17	55,294	34,022	34,314	41,210
	2	20	52,500	29,459	35,000	38,986
	3	10	50,667	28,378	36,666	38,570
	4	6	38,889	29,279	27,777	31,982
	5	1	60,000	21,622	33,330	38,317
Modalidad	Modal	5	47,333	44,87	35,00	42,399
	No modal	57	53,567	31,53	36,11	40,403
Total aciertos		63	51,959	33,140	34,898	40,611

Gráfico 1: Aciertos en test de razonamiento deductivo organizados por categorías



Anexo 3

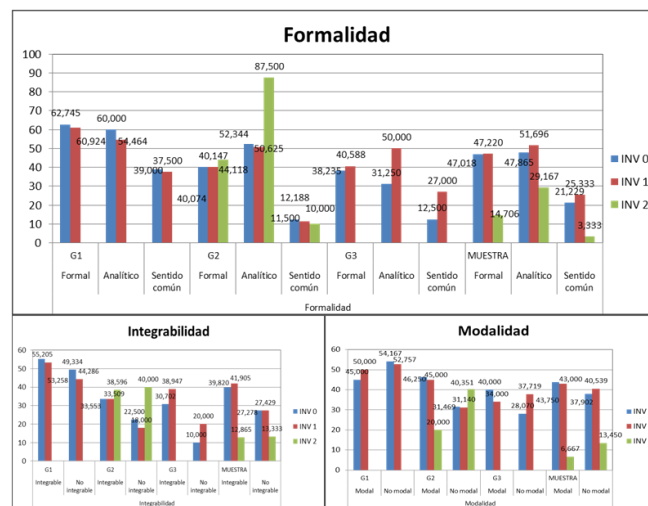
Tabla 6: Aciertos del test de razonamiento deductivo según nivel de inteligencia

		INV		
		0	1	2
Formalidad	NG1	16	14	0
	Formal	62,745	60,924	
	Analítico	60	54,464	
	Sentido común	39	37,5	
	NG2	16	20	1
	Formal	40,074	40,147	44,118
	Analítico	52,344	50,625	87,5
	Sentido común	12,188	11,5	10
	NG3	2	10	0
	Formal	38,235	40,588	
	Analítico	31,25	50	
	Sentido común	12,5	27	
MUESTRA	34	44	1	
Formal	47,018	47,22	14,706	
Analítico	47,865	51,696	29,167	
Sentido común	21,229	25,333	3,333	

		INV		
		0	1	2
Integrabilidad	NG1	16	14	0
	Integrable	55,205	53,258	
	No integrable	49,334	44,286	
	NG2	16	20	1
	Integrable	33,553	33,509	38,596
	No integrable	22,5	18	40
	NG3	2	10	0
	Integrable	30,702	38,947	
	No integrable	10	20	
	MUESTRA	34	44	1
	Integrable	39,82	41,905	12,865
	No integrable	27,278	27,429	13,333

		INV		
		0	1	2
Modalidad	NG1	16	14	0
	Modal	45	50	
	No modal	54,167	52,757	
	NG2	16	20	1
	Modal	46,25	45	20
	No modal	31,469	31,14	40,351
	NG3	2	10	0
	Modal	40	34	
	No modal	28,07	37,719	
	MUESTRA	34	44	1
	Modal	43,75	43	6,667
	No modal	37,902	40,539	13,45

Gráfico 2: Aciertos del test de razonamiento deductivo según nivel de inteligencia





Anexo 4

Tabla 17: Aciertos del test de razonamiento deductivo por niveles de inteligencia

		INV		
		0	1	2
Complejidad	NG1	16	14	0
	0	60,156	65,179	
	1	55,882	54,622	
	2	54,063	50,714	
	3	50,625	47,143	
	4	41,667	35,714	
	5	50	71,429	
	NG2	16	20	1
	0	44,531	46,875	75
	1	32,353	34,706	47,059
	2	30	29	30
	3	28,125	29	20
	4	36,458	23,333	33,333
	5	18,75	25	0
	NG3	2	10	0
	0	37,5	50	
	1	29,412	35,294	
	2	27,5	36,5	
	3	20	40	
	4	33,333	26,667	
5	50	30		
MUESTRA	34	44	1	
0	47,396	54,018	25	
1	39,216	41,541	15,686	
2	37,188	38,738	10	
3	32,917	38,714	6,667	
4	37,153	28,571	11,111	
5	39,583	42,143	0	

Gráfico 3: Aciertos del test de razonamiento deductivo por niveles de inteligencia

