

Cambios cuantitativos en la evolución estructural de la inteligencia⁽¹⁾

Gerardo Prieto

José L. Vega

Universidad de Salamanca

1022
D E

El presente trabajo ofrece los resultados de una investigación sobre la naturaleza y desarrollo de la estructura de la inteligencia desde el punto de vista de las teorías factorialistas (Vernon, 1976), y el enfoque diferencial del desarrollo (Nesselroade, 1970).

El campo de la organización y desarrollo de las aptitudes intelectuales está recibiendo hoy en día gran atención. Durante la pasada década se han publicado gran cantidad de revisiones y monografías sobre la naturaleza de la inteligencia. Basten como ejemplo los trabajos de Cattell (1971), Resnick (1976), Guilford y Hoepfner (1971), Matarazzo (1972), Eysenck (1973), Green (1974), Vernon (1976), Horn (1976, 1978), Sternberg (1979), Siegler (1978).

El trabajo se centra en la aptitud espacial. Son varios los factores secundarios relacionados con esta aptitud y muchos más los primarios (Horn, 1976,

1979). De entre todos ellos nos centramos en los factores de Visualización Táctica, Visualización Dinámica y Relaciones Espaciales (Yela, 1967). Estos factores espaciales han sido relacionados con el Razonamiento Abstracto y un factor de Rapidez Perceptiva (Horn, 1970).

Trabajos previos en este campo (Horn, 1970, 1978, 1979; Prieto y Vega, 1979) han revelado la existencia de cambios en la organización de las aptitudes entre la niñez y la edad adulta. Teniendo en cuenta estos cambios estructurales, el presente trabajo se centra en las variaciones cuantitativas. Los cambios cuantitativos se refieren a los períodos de estabilidad estructural (cualitativa) encontrados fundamentalmente en el trabajo de Prieto y Vega (1979). Desde comienzo de esta década se viene precisando en el estudio descriptivo de la inteligencia la distinción entre cambio estructural en las relaciones y significado de los factores y cambio

(1) La petición de separatas puede ser dirigida a Gerardo Prieto, Departamento de Psicología, Facultad de Filosofía y Ciencias de la Educación, Universidad de Salamanca, Plaza de Anaya, 1, Salamanca.

cuantitativo en el nivel de ejecución de un mismo factor (Baltes y Nesselroade, 1970; Nesselroade, Schaie y Baltes, 1972).

Referencias a los cambios cuantitativos de alguna de las variables o factores que incluimos, han sido presentados ya por otros autores, aunque no en su conjunto. Además, en la mayor parte de los casos, los cambios cuantitativos se han estimado indiscriminadamente, sin tener en cuenta el cambio de significado de muchas variables con el paso del tiempo. Con propiedad sólo tiene sentido hablar de cambios cuantitativos durante los períodos de estabilidad cualitativa. En caso contrario los resultados pueden ser equívocos; ya que en un cambio de ejecución entre dos momentos temporales con estructuras factoriales diferentes, nunca sabemos en qué dirección y dimensión han venido lugar.

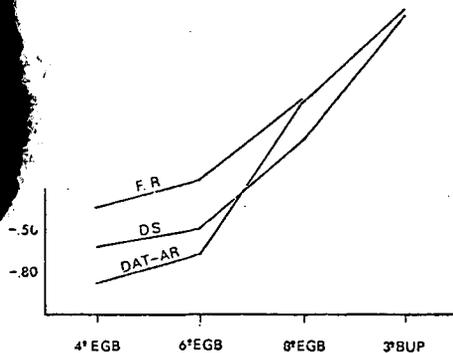


Fig. 1. Comparación entre las medias del factor de Razonamiento Abstracto (RA) y dos de sus variables en EGB: Desarrollo de Superficies (DS) y DAT-AR. En 3.º de BUP ambas variables pesan en factores diferentes. Las tres gráficas se encuentran estandarizadas con media = 0 y desviación típica = 1.

En la Figura 1 aparece un ejemplo de lo que acabamos de mencionar. Según Prieto y Vega (1979), variables como el Desarrollo de Superficies y la Rotación de Figuras Macizas, sólo adquieren su específico significado de visualización al final de la etapa de BUP. En etapas y edades previas (EGB) su complejidad y nivel de dificultad, hace que en ellas

sea más fuerte el componente de Razonamiento Abstracto que el propio de visualización. Si no tuviéramos esto en cuenta la Figura 1 podría llevarnos a comparaciones y generalizaciones equívocas.

En esta figura (Fig. 1) aparece representada una variable, el DAT-AR, cuyo significado permanece estable de EGB a BUP; otra variable, como el Desarrollo de Superficies (DS), cuyo significado cambia; y ambas variables son comparadas en su evolución con el factor en el que pesan en EGB (FR). Visualmente no pueden apreciarse diferencias notables entre una variable que cambia y otra que no cambia entre ambas etapas de EGB y BUP. Sin embargo, al llegar a 3.º de BUP, las variables de visualización dejan de tener el fuerte componente de Razonamiento Abstracto que previamente tenían. La continuidad cuantitativa no va acompañada de una estabilidad (continuidad) estructural o cualitativa.

El Razonamiento Abstracto de este trabajo coincide con el factor de Inteligencia Fluida de Cattell (1963, 1968, 1971). Este factor depende más del funcionamiento del Sistema Nervioso que de factores de Aprendizaje o culturales y muestra una correlación negativa con la edad a partir de los 20 años. Los estudios iniciales que no tenían en cuenta la diferenciación entre cambio ontogénico y generacional (Schaie, 1968), encontraron también un decremento progresivo en el factor espacial a partir de los veinte años. Sin embargo, cuando se han separado ambos componentes (Schaie y Strother, 1968; Nesselroade, Schaie y Baltes, 1972) se ha encontrado que el factor de Visualización General permanece estable hasta casi los 80 años. El decremento previo encontrado se debía al cambio generacional. Por consiguiente se ha encontrado que los factores espacial, de visualización y con componentes perceptivos permanecen estables hasta una edad avanzada (Horn, 1970, 1979). Horn y Donaldson (1976) en una revisión de los datos de Schaie, Labouvie-Vief y Buech (1973) encuentran en el

factor espacial una mejora ontogenética hasta los 40 años, una meseta hasta mediados de los 50 y un declive posterior. Mientras que el decremento generacional comienza a partir de los 20.

Todas estas investigaciones mencionadas, y otras muchas, están de acuerdo respecto a un crecimiento simultáneo de todas las habilidades hasta los 20 años. A partir de esta fecha las diversas aptitudes siguen trayectorias diferentes. La inteligencia fluida parece comenzar a disminuir a partir de los 20 años; la inteligencia cristalizada sigue aumentando mientras se cultive; y el factor general de visualización permanece estable hasta el envejecimiento (Horn, 1976, 1979; Nesselroade, Schaie y Baltes, 1972). Sin embargo, desde este punto de vista diferencial no están todavía muy claros los cambios y estructuraciones que tienen lugar durante el período de máximo crecimiento intelectual.

Este período inicial de crecimiento de la Inteligencia ha sido interpretado desde diferentes modelos. Por una parte Piaget (1968) ha intentado explicarlo desde el punto de vista de la emergencia o generación de una secuencia de estructuras cognitivas (estadios) responsables en último término del crecimiento de la Inteligencia. Por otra parte, desde un enfoque factorial de la inteligencia, el crecimiento se ha interpretado como una diferenciación de las habilidades que termina en la adolescencia. Posteriormente, lo que parece ser diferenciación es sólo desarrollo de habilidades especializadas, asociadas con entrenamientos específicos.

La diferenciación se entiende como un aumento en el número de habilidades básicas y una disminución en la intercorrelación entre habilidades (Horn, 1970, 1976). En la temprana infancia, lo característico es la emergencia o «edificación» de la estructura en términos de sistemas de respuesta iniciales, específicos y relativamente independientes. Estos sistemas de respuesta cada vez se encuentran más interrelacionados y dan como resultado una dimensión general de inteligencia. Posteriormente, durante la niñez y

adolescencia, la dirección del cambio va hacia un incremento en la diferenciación (Baltes y Nesselroade, 1973; Lienert y Crott, 1964).

Diversos estudios factoriales realizados señalan la edad de los 12-13 años como el comienzo de la diferenciación (Fitzgerald, Nesselroade y Baltes, 1973). La diferenciación nítida de los factores secundarios más clásicos no tendría lugar hasta los 17-18 años (Khan, 1970). Nuestro trabajo previo nos indica que entre los 10-14 años no tiene lugar diferenciación alguna. Este es un período de estabilidad. La diferenciación se matiza a los 17 años, e, indudablemente, previo al período de los 10-14 años, ha de existir algún tipo de diferenciación que nosotros no hemos investigado (Prieto y Vega, 1979). Sin embargo, como en otras muchas situaciones, la diferenciación viene condicionada tanto por variables socio-económicas (Ross, 1970) como por el tipo de ítems utilizados (Nishikawa, 1971).

Más adelante haremos una valoración de estos dos modelos del desarrollo intelectual que, junto con algunos otros aportan luz al resultado fundamental de la presente investigación: la interpretación del cambio cuantitativo durante los períodos de estabilidad cualitativa.

El estudio del desarrollo cognitivo o de los cambios en la inteligencia con la edad ha sido abordado en buena parte mediante la utilización de tests tipificados. Para determinar las modificaciones cronológicas en una determinada aptitud, el procedimiento más común consistía en seleccionar una prueba representativa del constructo y observar sus puntuaciones en muestras de diferentes edades mediante diseños longitudinales o transversales (Schaie, 1958; Bayley, 1955, 1966; Schaie y otros, 1973).

Esta metodología tiene a nuestro juicio algunas deficiencias fundamentales. Ya señaló Butcher (1968, 1972), que la inteligencia a la edad de cinco años es muy diferente a la inteligencia a la edad de quince o cincuenta y cinco; y que no existen muchos tests comparables en

distintos niveles de edad. Como un trabajo de los autores ha demostrado (Prieto y Vega, 1979), tests aplicables en diversas edades cambian su significación factorial con el paso de la edad (Fig. 1). Por otra parte, un único test no presenta una validez de constructo exhaustiva para medir una aptitud, y es más vulnerable a los errores de medición que un colectivo de instrumentos.

En consecuencia creemos que la metodología más apta para estudiar el desarrollo de constructos tales como el razonamiento abstracto, la fluidez verbal, o la habilidad perceptiva, está constituida por técnicas multivariadas. Muchas razones podrían subrayar nuestra afirmación. Entre ellas se encuentran que la definición de un rasgo o una aptitud en análisis factoriales, puede ser lograda con baterías distintas y equivalentes de pruebas; ello permite estudiar el cambio de un factor en muestras de muy diversas edades. Por otra parte, como ya hemos mencionado, algunas técnicas multivaria-

das permiten, a la par que observar cambios cuantitativos, precisar con exactitud la significación cualitativa de cada prueba en los diversos momentos temporales. Finalmente las técnicas multivariadas facilitan la obtención de medidas complejas que agoten el área de manifestaciones de un constructo.

Este tipo de razonamiento ha sido el que nos ha llevado a utilizar métodos multivariados para estudiar el desarrollo cualitativo y cuantitativo de la aptitud espacial y de otras capacidades relacionadas con ella, como la perceptiva y la de razonamiento abstracto.

En resumen, la presente investigación toma como base el período de estabilidad factorial encontrado en factores de razonamiento, espacial, de visualización y perceptivo durante la segunda etapa de EGB (Prieto y Vega, 1979). A partir de aquí se analizan los cambios cuantitativos experimentados durante este período de estabilidad cualitativa o estructural.

TABLA 1

Medias y sigmas de las Puntuaciones factoriales de los Factores de Visualización Estática (I), Visualización Dinámica (II) y Razonamiento Abstracto (III) en las muestras de 4.º, 6.º y 8.º de EGB

Muestras	N	Medias			Sigmas		
		I	II	III	I	II	III
Cuarto de EGB	96	-.27	-.30	-.31	.39	.26	.37
Sexto de EGB	165	-.13	-.09	-.13	.36	.27	.37
Octavo de EGB	173	.37	.42	.46	.42	.40	.38
TOTAL	434	.04	.07	.07	.48	.44	.50

METODO

Debido a que los sujetos, las variables y el diseño general del Proyecto de Investigación, del que este trabajo es una parte, aparecen convenientemente descritos en Prieto y Vega (1979), nos remitimos a este trabajo para una información más detallada de estos aspectos. Sólo mencionaremos aquí lo estrictamente necesario, y lo específico de este trabajo.

Las muestras utilizadas en este trabajo pertenecen a 4.º, 6.º y 8.º de EGB (Tabla 1). Los datos constituyen un primer informe sobre un diseño secuencial más complejo (Schaie y Baltes, 1975). Los tres factores utilizados pertenecen a las muestras de EGB mencionadas. En estos factores se encontró una estabilidad factorial completa en el trabajo previo (Prieto y Vega, 1979).

Tanto el análisis de datos longitudina-

les (Jöreskog y Sorbom, 1977; Kowalski y Guire, 1974; Nesselroade y Baltes, 1979) como el desarrollo de las técnicas multivariadas (Jöreskog, 1978; McDonald, 1979; Bentler y Lee, 1979) han experimentado un gran avance en los últimos años. Ambos han posibilitado las conceptualizaciones que subyacen a las técnicas que utilizamos.

Desde principios de esta década vienen apareciendo tratamientos teóricos sobre la convergencia del análisis de datos longitudinales con el análisis multivariado, dentro o fuera de los diseños secuenciales (Baltes y Nesselroade, 1970, 1973; Corbalis y Traub, 1970; Buss y Royce, 1975; Nesselroade, 1970; Bentler, 1973; Buss, 1973, 1974; Schaie y Baltes, 1975). Estos desarrollos teóricos han hecho que hoy en día comiencen a ser numerosos los trabajos que utilizan esta metodología. Hay aplicaciones tanto a la estructura general de la Inteligencia (Nesselroade, Shaie y Baltes, 1972) como a dominios de aptitudes como el utilizado en este trabajo (Cohen, Schaie y Gribbin, 1977).

Buss (1974) analiza la relación entre el cambio cuantitativo y el estructural a lo largo de la vida del individuo. Su modelo permite que los pesos y las puntuaciones factoriales sean estables o cambien. La combinación de estas condiciones da lugar a cuatro situaciones. De éstas la nuestra es la que se denomina «Cambio Cuantitativo». En esta situación los pesos factoriales permanecen estables de un momento temporal a otro, mientras que varía la magnitud de las puntuaciones factoriales. Este modelo es también analizado por Baltes y Nesselroade (1973). En términos de rasgos de personalidad, esta situación sería semejante al caso de un «rasgo» invariante que permite alteraciones en sus «estados» asociados.

Bentler (1973) ha revisado los diferentes métodos que se pueden utilizar para comparar las puntuaciones factoriales obtenidas en las muestras de un diseño transversal. Bentler señala hasta doce procedimientos diferentes. De todos

ellos recomienda el «Método de Análisis Simultáneo». En este método las diversas matrices a comparar se colocan a continuación de otra, realizándose un análisis factorial único, conjunto para todas las matrices de datos. Una única matriz de pesos factoriales describe las diversas matrices de datos. Sin embargo, al haber una estandarización conjunta para todas las matrices de datos, las puntuaciones de cada matriz tendrán medias diferentes. Es decir, la magnitud de los valores de cada matriz individual no tiene por qué ser idéntica después de una estandarización conjunta.

Este método presenta algunos inconvenientes todavía no solucionados, como indica Bentler (1973). El principal de ellos consiste en que al reunir todas las muestras en una sola matriz, aumenta la dispersión de los datos y los coeficientes de correlación varían, pudiendo distorsionar la matriz de pesos final. Este problema lo hemos encontrado empíricamente en nuestros datos (Figs. 2, 3, 4). Pero debido a que las correlaciones entre los factores de las diferentes muestras superaban siempre 0,93 (Prieto y Vega, 1979), para evitar la distorsión elegimos la matriz de coeficientes factoriales de una de ellas, concretamente la de cuarto curso.

En función de ésta calculamos las puntuaciones factoriales de todas las muestras. Para calcular las puntuaciones factoriales estandarizamos primero las tres muestras conjuntamente (con media igual

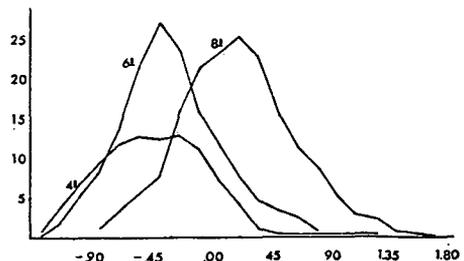


Fig. 2. Factor de Visualización Estática. Comparación de las distribuciones de Puntuaciones Factoriales en 4.º, 6.º y 8.º de EGB.

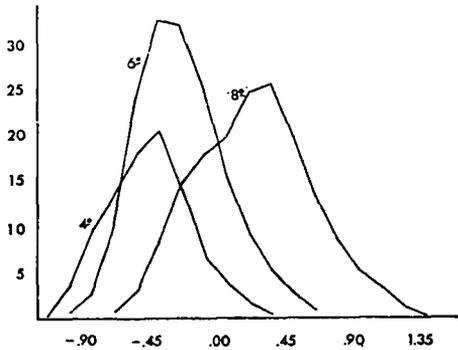


Fig. 3. Factor de Visualización Dinámica. Comparación de las distribuciones de Puntuaciones Factoriales en 4.º, 6.º y 8.º de EGB.

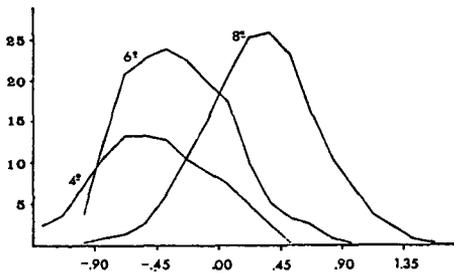


Fig. 4. Factor de Razonamiento Abstracto. Comparación de las distribuciones de Puntuaciones Factoriales en 4.º, 6.º y 8.º de EGB.

a cero y sigma igual a 1). La puntuación de cada sujeto en los tres factores nos viene dada por el producto de la matriz de datos estandarizada y la matriz de coeficientes de las puntuaciones factoriales.

Calculadas las puntuaciones factoriales por este procedimiento, realizamos un análisis de varianza para cada factor por separado. En este análisis de varianza el curso de EGB actúa como Variable Independiente y las puntuaciones factoriales de sus sujetos como variable dependiente.

RESULTADOS Y COMENTARIO

En la Tabla 1 aparecen las medias y desviaciones típicas que los sujetos de las tres muestras (4.º, 6.º y 8.º de EGB) han

tenido en los tres factores, así como el número de sujetos de cada muestra.

El Factor I agrupa las pruebas definidas en muestras de adultos como de rapidez perceptiva y visualización estática. Este factor fue interpretado más como de visualización que como de rapidez perceptiva durante esta etapa de EGB. En consecuencia, en este trabajo denominaremos a este factor «Factor de Visualización Estática». La distribución de cada muestra en este factor aparece en la Figura 2.

El Factor II agrupa las pruebas definidas en muestras de adultos como de Visualización Dinámica y factor topológico. Este factor fue interpretado a esta edad como de Visualización Dinámica, ya que las pruebas son todavía muy difíciles a esta edad. En consecuencia, en este trabajo denominaremos a este factor «Factor de Visualización Dinámica». La distribución de cada muestra en este factor aparece en la Figura 3.

El Factor III es un Factor de Razonamiento Abstracto (inteligencia fluida). Incluye también a esta edad alguna prueba de visualización estática y dinámica [según la hipótesis de Prieto y Vega, (1979)], cuyo nivel de dificultad hace que su solución esté todavía más dominada por el razonamiento que por sus propias características de visualización. En consecuencia en este trabajo denominaremos a este factor «Factor de Razonamiento Abstracto». La distribución de cada muestra en este factor aparece en la Figura 4.

Los cambios cuantitativos observados en estos factores de la inteligencia pueden ser descritos desde dos perspectivas: La magnitud y la Forma del cambio.

Comenzando por la magnitud podemos decir que desde 4.º a 8.º de EGB (de 10 a 14 años), cuantitativamente, y en promedio, se puede estimar en 1,35 desviaciones típicas el crecimiento de los factores. Esto supone un incremento relativo del 40 por 100 respecto al nivel de 4.º curso de EGB.

El contraste de significación entre las medias de cada factor fue realizado me-

diente un Análisis de la Varianza. Se llevó a cabo un Análisis con cada uno de los factores. Se observó que las diferencias entre las muestras eran significativas ($p < 0.01$) en los tres factores (Tabla 2).

Esto nos indica que consideradas globalmente, las tres muestras aumentaron su ejecución dentro de cada factor. El curso de 6.º de EGB puntuó por encima del de 4.º, y el de 8.º por encima del de 6.º, en los tres factores. Es indudable que todos estos resultados se refieren a

las medias de los grupos, y en ningún caso a los sujetos individuales.

La dispersión de cada uno de los factores en las distintas muestras es similar y próxima a la normal (Figs. 2, 3 y 4). Además, comparando el nivel cuantitativo alcanzado por los tres factores en cada una de las muestras se puede afirmar que no existen diferencias significativas entre ellos. Es decir, ninguno de los factores presenta un mayor desarrollo cuantitativo que el resto en una misma edad.

TABLA 2
Análisis de Varianza y Análisis de Tendencias

Factores	Valores «F» *		
	Total	Lineal	Cuadrático
Visualización Estática	105	83	10
Visualización Dinámica	179	145	10
Razonamiento Abstracto	163	130	15

* Todos los valores «F» de esta tabla son significativos a un nivel de confianza superior al 0.01.

Con objeto de valorar la forma de la evolución de cada factor de 4.º a 6.º de EGB, se practicó un análisis de tendencias a partir del Análisis de la Varianza. Esto se representa gráficamente en la Figura 5. La significación de los componentes de la tendencia aparece en la Tabla 2 (Winer, 1970, pp. 46-104). El crecimiento de los factores es lineal ($p = 0.01$), si bien podría distinguirse también un componente curvilíneo, cuadrático ($p = 0.01$) (Tabla 2). El componente cuadrático indicaría que la aceleración del desarrollo cuantitativo es mucho mayor entre 6.º y 8.º que entre 4.º y 6.º.

Resulta complejo comparar estos resultados con los de otros investigadores. En primer lugar, la mayor parte de las veces, la evolución de la inteligencia no se ha estimado con puntuaciones factoriales, sino utilizando una sola variable (Thurstone, 1955; Bayley, 1955; Schaie, 1973). Además en muchos casos se ha estudiado durante períodos de edad dife-

rentes (Schaie y Strother, 1968; Schaie, Labouvie y Buech, 1973). En segundo lugar, sería muy difícil hacer una estimación de los componentes ontogenético y generacional a partir de los resultados de otros investigadores. La metodología se-

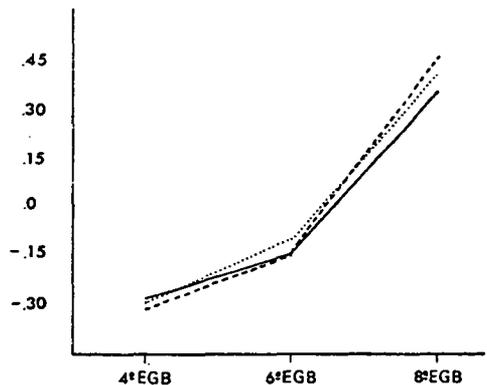


Fig. 5. Cambios cuantitativos y Tendencia de los factores de Visualización Estática (—), Visualización Dinámica (.....) y Razonamiento Abstracto (- - - - -), durante la etapa de EGB.

cuencial se ha utilizado fundamentalmente con muestras de adultos (Schaie, 1973).

Esta comparación debería hacerse integrando los cambios cuantitativos con los cambios cualitativos y estructurales asociados.

Para hacer esto hemos de tener en cuenta los resultados cuantitativos de este trabajo y los estructurales que aparecen en Prieto y Vega (1979). Esta interpretación ha de llevar implícitos principios metateóricos (paradigmáticos) sobre la relación entre el cambio cuantitativo y el cambio cualitativo. Este no es el lugar más adecuado para analizar la naturaleza epistemológica de la relación entre ambos tipos de cambio. Exposiciones detalladas de esto pueden encontrarse en Reese y Overton (1970), Overton y Reese (1973), Looft (1973), Kuhn (1970) y en Hultsch y Hicky (1978) entre otros.

Siguiendo a estos autores, aquí simplemente señalaremos las posibles interpretaciones alternativas que en nuestro caso podrían hacerse del cambio estructural y cuantitativo encontrados; y la forma específica que estas interpretaciones podrían tomar.

Los cálculos estadísticos del Análisis factorial, el análisis de varianza y su consiguiente análisis de tendencias, descansan sobre los supuestos del Modelo Lineal General. Estos supuestos son los propios del paradigma mecanicista (Hultsch y Hicky, 1978; Looft, 1973). En este sentido los resultados aislados de estos análisis no pueden ser tomados al margen de los supuestos en los que descansan. Sin embargo, cuando comparamos resultados de diversos análisis, esta comparación no tenemos por qué hacerla en el contexto de un único paradigma, sino que podemos invocar otros paradigmas para aumentar su fuerza explicativa. Esta es una estrategia utilizada recientemente por Buss y Royce, 1975, y Royce y Buss, 1976. Bien entendido que la interpretación no se hace sobre un solo análisis, sino sobre varios; y nunca por procedimientos estadísticos.

Vamos a considerar en primer lugar los modelos piagetiano y el enfoque del desarrollo diferencial de las aptitudes (Reinert, 1970). Ambos enfoques postulan tanto el cambio cuantitativo como el cualitativo, aunque la explicación que dan de ambos y la importancia que les conceden es bastante opuesta.

Desde el punto de vista de Piaget, el cambio cualitativo se considera como la emergencia o generación de una secuencia de estructuras cognitivas (estadios), responsables en último término del crecimiento de la inteligencia. El cambio cuantitativo, de importancia secundaria, adquiere su significado por las estructuras cognitivas que lo subyacen. Sin embargo desde un punto de vista diferencial de la inteligencia (Reinert, 1970), el cambio cualitativo sólo se refiere a un aumento en el número de habilidades básicas y a una disminución de las intercorrelaciones entre las habilidades. El cambio cuantitativo es, sin embargo, central a este enfoque.

Tanto la aparición de nuevas «estructuras» como el proceso de «diferenciación», hacen referencia a una creciente ampliación y diversificación de la capacidad del individuo. Según va pasando la edad, el niño es progresivamente capaz de adquisiciones que antes no estaban a su alcance. La diferencia esencial entre ambos enfoques consiste en que, en el caso de Piaget, la diversificación se explica en función de causas «formales» (estructuras cognitivas) y en el enfoque diferencial la explicación no recurre a este tipo de causalidad, sino que la explicación se hace sólo en función de una mera causalidad eficiente (Overton y Reese, 1973). Ambas interpretaciones podrían ser correctas, entre otras cosas debido a que los diversos paradigmas no condicionan la lógica del método científico (Hultsch y Hicky, 1978).

Por lo que respecta a nuestros datos, desde el punto de vista factorial la diferenciación se habría producido en 4.º de EGB o antes, y lo que nosotros habríamos estudiado en este trabajo es un período de estabilidad. La modificación

habría consistido meramente en un cambio en las relaciones entre los elementos (variables). Estos simples cambios de relación (correlaciones) producidos en 4.º de EGB o antes habrían permanecido estables durante el período estudiado por nosotros. Desde un punto de vista piagetiano (organicista) (Reese y Overton, 1970), habríamos estudiado el aumento en la eficacia de una estructura cognitiva, o nivel de organización, cuyo origen estaría en 4.º de EGB o antes, y cuyo perfeccionamiento habríamos seguido nosotros de 4.º a 8.º. No entramos en la identificación de este estadio en la terminología de Piaget, sólo en su posible interpretación.

Desde un punto de vista dialéctico, la transformación del cambio cuantitativo en cualitativo se opera en la estructura que subyace a las propiedades. La estructura es lo que hace a un objeto lo que es, y es lo que cambia cuando tiene lugar un cambio cualitativo (Wozniak, 1975 a). La cantidad refleja el grado de desarrollo o intensidad de las propiedades individuales que caracterizan a un objeto. Cantidad y cualidad forman una unidad: son dos aspectos del mismo objeto. La naturaleza de esta unidad viene aclarada por la segunda ley de la Dialéctica. Siempre que las propiedades intrínsecas de un fenómeno se alteran más allá de determinados límites, este cambio puramente cuantitativo se transforma en cualitativo. Emerge un nuevo fenómeno gobernado por un conjunto de leyes diferentes. Un ejemplo que ilustra esta transformación es la transición entre estados en física. Esta transformación ocurre por ejemplo con los cambios cuantitativos en la temperatura del agua, que pasa a vapor o a hielo (Wozniak, 1975 a, 1975 b).

Considerados conjuntamente los diversos análisis factoriales (Prieto y Vega, 1979) y el análisis de varianza y de tendencias de este trabajo, podríamos delinear una interpretación dialéctica de los diversos tipos de cambio observados. Una acumulación del cambio cuantitativo, o mejor dicho, una aceleración del mismo, daría como resultado en este caso

concreto un salto cualitativo: la aparición de una nueva estructura a nivel de tercero de BUP. Podríamos decir que la aceleración del cambio cuantitativo que se produce de 6.º a 8.º (con respecto a la de 4.º a 6.º) (Fig. 5) interviene decisivamente en el cambio de estructura que se produce en 3.º de BUP.

Resumiendo, podemos decir que tanto desde un paradigma mecanicista, organicista o dialéctico, o de la teoría general de sistemas (desarrollada por Royce y Buss, 1976, y que no hemos expuesto aquí), se establecen principios explicativos que relacionan el cambio cuantitativo con el cambio cualitativo. Estos principios son útiles en la interpretación de análisis factoriales. El análisis factorial, en cuanto un aditamento del método científico, es una técnica susceptible de ser utilizada en el contexto de cualquiera de estos paradigmas (Hultsch y Hicky, 1978). La utilización más clásica ha sido hecha en el contexto del paradigma mecanicista (Looft, 1973). No en vano el análisis factorial se deriva del modelo lineal general. Sin embargo, existen intentos de interpretación, aunque menos frecuentes, desde otros paradigmas. Buss y Royce (1975) han realizado un estudio sobre la consistencia de algunas propiedades y conceptos del análisis factorial con el paradigma organicista. Esta opinión la han mantenido precisamente en relación con la de Looft (1973). Los mismos autores (Royce y Buss, 1976), han intentado interpretar el modelo jerárquico de la inteligencia, obtenido a través del análisis factorial, a partir de la teoría general de sistemas. Nosotros hemos avanzado otra interpretación desde el punto de vista dialéctico.

El hecho que explica la posibilidad de interpretaciones tan opuestas, radica en la flexibilidad del análisis factorial en cuanto método de investigación y en el hecho más concreto de que en unos casos se habla de un único análisis factorial (Looft, 1973) y en otros de la comparación entre los resultados de varios análisis factoriales (Buss, 1974; Buss y Royce, 1975).

Resumen

Durante el período de estabilidad factorial de EGB (cuarto, sexto y octavo), se analizaron los cambios cuantitativos en los tres factores encontrados: Visualización Estática, Visualización Dinámica y Razonamiento Abstracto (Prieto y Vega, 1979). Las puntuaciones Factoriales de los diferentes grupos con una estructura Factorial idéntica se trataron por medio de un Análisis de varianza. Se encontraron tendencias lineales y cuadráticas significativas. Se analiza la relación entre cambio cuantitativo y cambio cualitativo desde diferentes contextos teóricos.

Referencias

- BALTES, P. B. y NESSELROADE, J. R.: «Multivariate Longitudinal and cross-Sectional Sequences for Analyzing Ontogenetic and Generational Change: A Methodological Note», *Developmental Psychology*, 2, 163-168, 1970.
- BALTES, P. B. y NESSELROADE, J. R.: «The developmental analysis of individual differences on multiple measures», en J. R. NESSELROADE y H. W. REESE: *Life-span developmental Psychology. Methodological issues*, Academic Press, New York, 1973, pp. 219-251.
- BAYLEY, N.: «On the growth of intelligence», *American Psychologist*, 10, 805-818, 1955.
- BAYLEY, N.: «Learning in Adulthood: the role of intelligence», en H. J. KLAUSMEIER y C. W. HARRIS (Eds.): *Analysis of concept Learning*, Academic Press, New York, 1966.
- BENTLER, P. M.: «Assesment of Developmental Factor Change et the individual and group level», en J. R. NESSELROADE y H. W. REESE (Eds.): *Life-span developmental psychology. Methodological issues*, Academic Press, New York, 1973, pp. 145-174.
- BENTLER, P. M. y S. Y. LEE: «A statistical development of three-mode factor analysis», *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 32, 87-104, 1979.
- BUSS, A. R.: «An extension of developmental models that separate ontogenetic changes and cohort differences», *Psychological Bulletin*, 80, 6, 466-479, 1973.
- BUSS, A. R.: «Multivariate model of quantitative, structural, and quantistructural ontogenetic change», *Developmental Psychology*, 10, 2, 190-203, 1974.
- BUSS, A. R. y J. R. ROYCE: «Ontogenetic changes in cognitive structure from a multivariate perspective», *Developmental Psychology*, 11, 1, 87-101, 1975.
- BUTCHER, H. J.: *La Inteligencia Humana*, Madrid, Marova, 1974.
- BUTCHER, H. J. y LOMAX, D. E. (Eds.): *Readings in Human intelligence*, London, Methuens, 1972.
- CATTELL, R. B.: «Theory of Fluid and crystallized intelligence: a critical experiment», *Journal of Educational Psychology*, 54, 1-22, 1963.
- CATTELL, R. B.: «Fluid and crytallized intelligence», *Psychology Today*, 3, 56-62, 1968.
- CATTELL, R. B.: *Abilities: Their structure, Growth and action*, Boston, Hought-Mifflin, 1971.
- COHEN, D.; K. W. SCHAIK, y K. GRIBBIN: «The organization of spatial abilities in older men and women», *Journal of Gerontology*, 32, 5, 578-585, 1977.
- CORBALLIS, M. C. y R. E. TRAUB: «Longitudinal factor analysis», *Psychometrika*, 35, 79-98, 1970.
- EYSENCK, H. J. (Ed.): *The Measurement of Intelligence*, Baltimore, Williams & Wilkins, 1973.
- FITZGERALD, J. M.; NESSELROADE, J. R., y P. B. BALTES: «Emergence of adult intellectual structure: prior to or during adolescence», *Developmental Psychology*, 9, 114-119, 1973.
- GREEN, D. R. (Ed.): *The aptitude-achievement distinction*, New York, McGraw Hill, 1974.
- GUILFORD, J. y HOEFPNER, R.: *The analysis of intelligence*, New York, McGraw Hill, 1971.
- HORN, J. L.: «Organization of data on life-span development of human abilities», en L. R. GUILFORD y P. B. BALTES (Eds.): *Life-span development psychology*, New York, Academic Press, 1970.
- HORN, J. L.: «Human abilities: a review of research and theories in the early 1970's», *Annual Review of Psychology*, 27, 437-485, 1976.
- HORN, J. L.: «Human Ability Systems», en P. B. BALTES (Ed.): *Life-span development and behavior*, v. 1, Academic Press, New York, 1978, pp. 212-257.
- HORN, J. L.: «The rise and fall of Human abilities», *Journal of research and development in education*, 12, 2, 59-78, 1979.
- HORN, J. L. y G. DONALDSON: «On the myth of intellectual decline in adulthood», *American Psychologist*, 31, 701-719, 1976.

- HULTSCH, D. F. y T. HICKEY: «External validity in the study of Human Development: Theoretical and Methodological Issues», *Human Development*, 21, 76-91, 1978.
- JÖRESKOG, K. G.: «Structural Analysis of covariance and correlation matrices», *Psychometrika*, 43, 4, 443-477, 1978.
- JÖRESKOG, K. G. y D. SÖRBORM: «Statistical models and methods for analysis of longitudinal data», en D. J. AIGNER y A. S. GOLDGERG (Eds.): *Latent variables in socioeconomic models*, Amsterdam, North Holland Publishing Co., 1977.
- KAHN, S. B.: «Development of mental abilities: an investigation of differentiation hypothesis», *Can. J. Psychol/Rev. Can. Psychol*, 24, 199-202, 1970.
- KOWALSKI, C. J. y K. E. GUIRE: «Longitudinal Data analysis», *Growth*, 38, 131-169, 1974.
- KUHN, T. S.: *La estructura de las revoluciones científicas*, Buenos Aires, Fondo de Cultura Económica, 1971.
- LIENERT, G. A. y CROTT, H. W.: «Studies on the factor structure of intelligence in children, adolescents and adults», *Vita Humana*, 7, 147-163, 1964.
- LOOFT, W. R.: «Socialization and personality throughout the life-span: An examination of contemporary psychological approaches», en P. B. BALTES y K. W. SCHAIE: *Life-span developmental psychology: Personality and socialization*, Academic Press, New York, 1973.
- MATARAZZO, J. D.: *Weschler's measurement and appraisal of adult intelligence*, Baltimore, Williams and Wilkin, 1972 5th ed.
- MCDONALD, R. P.: «The structural analysis of multivariate data: A sketch of a general theory», *Multivariate Behavioral Research*, 14, 21-38, 1979.
- NESSELROADE, J. R.: «Application of multivariate strategies to problems of measuring and structuring long-term change», en L. R. GOULET y P. B. BALTES: *Life-span developmental psychology: Research and theory*, Academic Press, New York, 1970, pp. 193-207.
- NESSELROADE, J. R. y P. B. BALTES (Eds.): *Longitudinal research in the behavioral sciences: Design and analysis*, New York, Academic Press, 1979.
- NESSELROADE, J. R.; SCHAIE, K. W., y BALTES, P. B.: «Ontogenetic and generational components of structural and qualitative change in adult cognitive behavior», *Journal of Gerontology*, 27, 222-228, 1972.
- NISHIKAWA, K.: «Longitudinal study of intellectual differentiation», *Jpn. J. Psycho.*, 42, 217-220, 1971.
- OVERTON, W. F. y H. W. REESE: «Models of development: Methodological implications», en J. R. NESSELROADE y H. W. REESE: *Life-span developmental psychology: Methodological issues*, Academic Press, New York, 1973.
- PIAGET, J.: *El nacimiento de la inteligencia en el niño*, Aguilar, Madrid, 1968.
- PRIETO, G., y J. L. VEGA: «Cambios evolutivos en la estructura de la aptitud espacial», *Revista de Psicología General y Aplicada*, 34, 159, 609-625, 1979.
- REESE, H. W. y OVERTON, W. F.: «Models of development and theories of development», en L. R. GOULET y P. B. BALTES (Eds.): *Life-span developmental psychology: Theory and research*, New York, Academic Press, 1970, pp. 115-145.
- REINERT, G.: «Comparative factor analytic studies of intelligence through the human life span. en L. R. GOULET y P. B. BALTES (Eds.): *Life-span developmental psychology: Research and theory*, New York, Academic Press, 1970, pp. 467-484.
- RESNICK, L. B. (d): *The nature of intelligence*, Hillsdale, N. J., Erlbaum, 1976.
- ROOS, J. E.: «Simplification of human abilities with age in four social class groups», *Proc. 78th Ann. Conv. APA*, 1970.
- ROYCE, J. R. y A. R. BUSS: «The role of general systems and information theory in multifactor individuality theory», *Canadian Psychological Review*, 17, 1, 1-21, 1976.
- SCHAIE, K. W.: «Rigidity-flexibility and intelligence: A cross-sectional study of the adult life-span from 20 to 70», *Psychological Monographs*, 72 (462, todo núm. 9), 1958.
- SCHAIE, K. W.: «Methodological problems in descriptive developmental research on adulthood and aging», en J. R. NESSELROADE y H. W. REESE (Eds.): *Life-span developmental psychology: Methodological issues*, New York, Academic Press, 1973.
- SCHAIE K. W. y P. B. BALTES: «On sequential strategies in developmental research», *Human Development*, 18, 384-390, 1975.
- SCHAIE, K. W.; G. V. LABOUVIE, y B. U. BUECH: «Generational and Cohort-specific Differences in Adult Cognitive Functioning: A fourteen-year study of independent samples», *Developmental Psychology*, 9, 2, 151-166, 1973.
- SCHAIE, K. W. y C. R. STROTHER: «A cross-sectional study of age changes in cognitive behavior», *Psychological Bulletin*, 70, 671-680, 1968.
- SIEGLER, R. (Ed.): *Children's thinking: What develops? Hillsdale, N. J. Erlbaum*, 1978.
- STERNBERG, R. J.: «The nature of mental abilities», *American Psychologist*, 34, 3, 214-230, 1979.
- THURSTONE, L. L.: «The differential growth of mental abilities», *Psychometric Monographs*, 14, 1955.

- VERNON, P. E.: «Development of intelligence», en HAMILTON, V. y M. D. VERNON: *The development of cognitive processes*, Academic Press, New York, 1976.
- WINER, B. J.: *Statistical principles in experimental design*, McGraw Hill, London, 1970.
- WOZNIAK, R. H.: «A dialectical Paradigm for psychological research: Implications drawn from the history of Psychology in the Soviet Union», en K. F. RIEGEL (Ed.): *The development of Dialectical operations*, S. Karger, Basel, 1975 a.
- WOZNIAK, R. H.: «Dialecticism and structuralism: The philosophical foundation of Soviet Psychology and Piagetian cognitive developmental theory», en K. F. RIEGEL y G. C. ROSENWALD (Eds.): *Structure and transformation: Developmental and Historical aspects*, Wiley, New York, 1975.
- YELA, M.: «El factor espacial en la estructura de la inteligencia técnica», *Psicología de la Intelligencia. Actas y Trabajos del II Congreso Nacional de Psicología*, Sociedad Española de Psicología, Madrid, 1967.