

UNIVERSIDAD DE MURCIA

FACULTAD DE PSICOLOGÍA

**DEPARTAMENTO DE PSICOLOGÍA
EVOLUTIVA Y DE LA EDUCACIÓN**



TESIS DOCTORAL

**Un estudio sobre el desarrollo de la función ejecutiva en niños
pequeños a través de una tarea perceptivo-motora**

Realizada por: Ana Vanesa Valero García

Directores: Dr. José Antonio Carranza Carnicero

Dra. Marina Olmos Soria

MEMORIA

Presentada para optar al grado de Doctor en Psicología

Murcia, 2009

El trabajo presentado en esta Tesis Doctoral ha sido realizado durante el disfrute de una Beca de Formación de Profesorado Universitario concedida por el MEC y financiada por la Dirección General de Investigación (*nº de referencia: SEJ2004-03987/PSIC*).

ABSTRACT

TITLE: “A study on executive function development in young children through a perceptual-motor task”

Introduction

The different theoretical approaches to the development and organization of executive function emphasize that to be able to understand the nature of executive control, the early development of its components must be evaluated (Espy & Bull, 2005). In this sense, the behavioral evaluation of executive function in young children is a key aspect in the study of cognitive and social development (Carlson, 2005; Carlson y Moses, 2001; Hughes, 1998; Kochanska, Murray, & Harlan, 2000) because preschool years are a period of quick acquisition of executive skills related to the maturation of prefrontal structures (Diamond & Kirkham, 2005; Huttenlocher & Dabholkar, 1997).

In last years, a growing interest in the study of executive function in infancy and childhood has developed (Garon, Bryson, & Smith, 2008; Welsh, Friedman, & Spieker, 2006), mainly due to a number of studies that proof its quick development from the first year of age (Diamond, 2002). However, this interest also involved a deep discussion on the processes underlying such construct, as well as on the need to design evaluation proceedings adapted to the subject's level of development.

In fact, the lack of conceptual agreement across different theoretical approaches to this construct has generated a great debate about the processes that integrate it. Some authors have claimed a unitary vision of executive function, referring to a “central executive” that would explain cognitive abilities based in an only latent factor (Baddeley, 1996; Cowan & Alloway, 2008; Mesulam, 2000); while other authors propose an integrative vision where executive function underlies to the coordination of different cognitive processes (attention, work memory, inhibition, planning), so that they work in a cooperative way to monitor and control thinking (Carlson, 2005) and allowing a strategic and flexible action (Welsh et al., 2006).

In general terms, the concept of executive function has been used to refer to appropriate behaviors (Mesulam, 2002), that integrate and combine cognitive abilities oriented to a goal (Welsh et al., 2006). From this perspective, executive function would be necessary in situations or tasks that require a certain level of focused attention or are new, as well as in problem planning and solving, the control of irrelevant responses and the change of solving strategy (Diamond, 2006); that is, whenever it's insufficient to act in an automatic way (Norman & Shallice, 1986) or when this could let the subject to

lose his goal in mind. Moreover, when talking about actions oriented to goal (Zelazo & Frye, 1998) we have to keep in mind that these are guided by perceptual and cognitive processes, and imply planning and anticipation (Örnkloo & von Hofsten, 2008; von Hofsten, 2004), so that the dynamics between perceptual information and action will be a key question in task solving and in the understanding of adaptive behavior in young children. In this sense, the lack of agreement in the conceptualization of executive function may be due not only to the underlying processes in subjects' inflexible behavior (Zelazo & Müller, 2002), but also in the relevance attributed to them, more than in the nature itself of the task features to be considered for its study.

On the other hand, the study of executive function in young children has been seriously limited by the difficulty of designing tasks that are developmentally adequate to their abilities. The growing interest for executive function in preschool years has provoked the adaptation of tasks previously used with adults as well as the emergence of new tasks for children (Diamond, Kirkham, & Amso, 2002; Espy, 1997; Espy, Kaufmann, Glisky, & McDiarmid, 2001; Kirkham, Cruess, & Diamond, 2003; Kloo, Perner, Kerschhuber, Dabernig, & Aichhorn, 2008; Zelazo, Müller, Frye, & Marcovitch, 2003). In these tasks, the role of language has been minimized going from mainly verbal responses to motor responses (e.g., sorting cards task). However, most of these tasks are still based in following a series of abstract verbal rules, which imply the ability to keep such information in mind, as well as the ability to inhibit a dominant response and changing in a flexible way the solving strategy when task demands change, without taking into account the child developmental level (Welsh, Pennington, & Groisser, 1991). This kind of evaluation proceedings attributes abilities to the

children that probably develop along childhood (for example, regulatory language) and minimise the role of feedback for a flexible and adaptative behavior. In this line, it is paradoxical that in the fields of neuropsychology and cognitive psychology has been claimed the need for eliminating the verbal component in the resolution of these tasks and, however, change behavior in children is still analysed in base to their abilities to follow verbal rules that conflict situations generate.

In contrast to this sort of task, our study aims to explore children's ability to change solving strategies through a series of insertion tasks. In these tasks, subjects are able to build their own rules from a simple and general instruction and from the dynamics established in the task context between perceptual and action information. Hence, children will be able to modify their responses if they are able to learn from the direct feedback of their actions and from the perceptual information generated in that interaction (that is, perceptual or motor difficulties will impel the child to rethink strategies used to get the goal in mind and possibly to look for alternative solutions). When children act to get their goal, they possibly attend to information related to perceptual features of the selected objects and to the information generated in their own action, and this encourages them to establish a flexible relation between both information sources, so that they achieve a more adaptative and controlled behavior.

In order to analyse these topics, this thesis is divided in a first theoretical section where approximations to the study of executive function, a review of studies about its neurological components and evaluation measures of it are explained in detail. The second chapter is oriented to analyse perception and action relationships. We include a

relevant discussion where we question if the study of perception and action, taking into account recent studies, emphasize the relevance of reciprocal relations between both components.

The second part of this work is focused on the empirical study of our research. In a first section, we expose the fundamental questions of the problem and our research aims, to follow with the methodology, procedure and data analysis. Finally, we describe results and discussion.

Objective

The general aim of this study was analysing the development of executive function through the dynamics between perception and action established in the resolution of a task. These will show children's ability to work with both information sources and their flexibility to adapt to changing features of stimuli. Specifically, we analyse the differences in the flexible change (*success versus error*) of perceptual criteria (*colour versus shape*) and motor strategy in the resolution of three tasks with different complexity in children of 2.5, 3.5 and 4.5-years of age.

Method

150 full-term-born children with a typical physical and mental development participated in the sample. They were distributed in three age groups, so that the first group had 48 children of 2.5 years of age (24 girls, 24 boys, M= 31 months, SD= 2,5), the second group had 50 children of 3.5 years (21 girls, 29 boys, M= 42 months, SD=

3,6) and the third group had 52 children of 4.5 years of age (35 girls, 17 boys, $M= 52$ months, $SD= 3,5$).

A table (length: 93 cs., width: 42 cs., height: 44 cs.) was made with four axes that differed in geometrical shape and colour. Forty pieces with a hole in the centre were made with different shapes and colours to fit in the axes.

The study consisted of three tasks with a common aim, that is, “to put each piece on its *stick*”. This implied relating the central hole of the piece with the three-dimensional shape of the axis, what involved a previous perceptual control of such relation (appropriate orientation of the piece) and a certain manual dexterity. The difference across the three tasks was based in the change in the solving criteria as the experimenter changed the colour of the pieces depending on the task. In the first task, pieces and axes had the same colour and shape (e.g., green circular piece in green circular axis). In the second one, the colour of the pieces changed, so that, for example, the green circular piece had to go in the orange circular axis). And in the third one, half of the pieces had the same colour and the other half had a different colour (e.g., green and orange circular pieces in orange circular axis). Following Carlson proposal (2005), the sequence of the tasks was the same for all the subjects. Keeping in mind that our general aim was analysing differences in flexible change in early ages, we consider that it was relevant that children discover the task goal through basic, easy perceptual criteria (same colour and shape) in the first task. In fact, the perceptual requirements of this task are not difficult for the children, as the shape and colour of the pieces are the same. In the following tasks, the experimenter offered new pieces with perceptual

features that implied creating new solving strategies. Thus, the pieces in the second task differ from the previous ones in colour (orange circles, red squares, green rectangles and blue triangles) while the features of the axes were the same (green circle, orange square, blue rectangle and red triangle). Hence, to be able to insert all the pieces, the children had to ignore the criterion of colour and choose the pieces by their shape. Finally, the third task implied a more complex perceptual level, as subjects could insert both pieces with the same colour and form (e.g., green circular pieces in green circular axis) and pieces with a different colour (e.g., orange circular pieces in green circular axis). The tasks finished once children had put all the pieces in the axes.

Results

Data analysis showed that there were differences in age and task in the rate of success. There was a growing number of success by age. The most difficult task was the second one (less success in all age groups), due to the fact that it is when the subjects had to change criterion for the first time. But despite differences in age and task, youngest children had a 72% of success in the second task (the most difficult) and a 46% of this was direct success (without difficulty). Hence, young children were not only able to change the criterion when they faced a conflict situation (provoked for the change in the features of the objects), but this change was direct in a high percentage.

As to direct success, results showed a significant decrease in the percentage of success in the most difficult tasks (task 2 and 3) compared to the first one; as well as an increase of this measure with age. In the same way, there's an increase in the error rate as the difficulty of the task increased. Specifically, there are more persistent and

perseverant behaviors in the tasks where we introduced changes in the objects features (task 2 and 3). The comparison between the results in both kinds of persistent behaviors (perceptual versus motor) showed an interesting development. In the first task, that was designed specifically to *perceptually* facilitate the “construction” of the tasks goal (*put the pieces on the axes*), subjects showed a low percentage of persistent responses when “finding” the right axis (pieces and axis had the same colour and shape); however, when the discrepancy between pieces and axes increased (for example, in the second task the relation between them had to be built only based in the geometrical shape), an increase was observed in the number of *perceptually* persistent behaviors, specially in the two youngest groups. On the other hand, putting the pieces in their axes required a specific and precise motor response in each task, so that the higher number of persistent behaviors in the first task was mainly due to difficulties for motor adjustment, with a decrease in the other two following tasks. In general, the first task was less demanding at perceptual level (due to colour and shape features of pieces and axes), with a significant higher percentage of perseverant behaviors in the second task, again more frequently in the two youngest groups.

Solving strategies used by the subjects were also analysed. We considered the relevant strategy (using colour and shape of the pieces and axes) and two other that were not relevant but relatively frequent (using a piece with the same features of the previous piece inserted and ‘trial and error’). Results suggest that the diversity of solving strategies in the same task was due in part to the increasing complexity of the task. Thus, the more frequently used criterion in the three tasks was the relevant criterion of colour and shape, although its use significantly decreased in the more

perceptually complex tasks. The use of the criteria of previous piece and trial and error in the second and third task was especially evident in the two youngest groups, observing a similar distribution in the second task in 2.5- and 3.5-year olds.

As to behaviors related to motor adjustment, result did not show significant differences by age in the sort of adjustment used, because in general, all subjects inserted the pieces bimanually in all the three tasks. Results also showed a positive effect of having the piece oriented to the axis in the number of direct success in the tasks. That is, when they have the piece oriented to the axis, the success increased. Moreover, there were significant differences related to this anticipatory motor behavior, with a higher percentage in the oldest group. When the 2.5-year olds found motor difficulties to insert the piece, they didn't modify the orientation of the piece; while this change occurred at 3.5-years of age.

As to the use of rigid versus soft movements to adjust the pieces to the axis, we found that youngest children had less controlled movements (that is, more rigid), and the oldest group more soft movements. We also analysed the possible relation between the sort of movement and the response in the task through a lineal regression analysis where the response variable was perseverant motor response and rigid movements was the predictor. Results showed a lineal relation between these two variables for each task, what means that a more rigid manipulation of the piece was associated to a higher percentage of perseverant motor behaviors.

Conclusions

We can conclude that the complexity of the task, and not subjects' age, was strongly related to the ability to discriminate the appropriate criterion and specifically, the change processes and inhibitory control (Kirkham et al., 2003). Obviously, there are significant improvements with age in these abilities, but it is the understanding of the task nature that seems to play a relevant role in the child's "will" to keep looking for a solution to the task. When a change of criterion is proposed or "imposed" by certain verbal rules to analyse cognitive flexibility (Frye, Zelazo, & Palfai, 1995; Zelazo et al., 2003), we forget that the child probably is unable to understand the nature of such a change and hence, the need to forget the previously built criterion and substitute it for a new one. We think that the "*willingness*" to continue in an activity when the child faces a conflict situation resides in the opportunities that the features of the own tasks offer the child to familiarize with the construction of a goal or aim and, in this sense, the subjects in our study have showed "*willingness*" to keep looking for a piece or axis because they had the opportunity to 'realise' the possible relations between pieces and axis. That is to say, in conflict situations that involve discrepancies between the objects to manipulate, or between the requirement of different tasks, young children are able to adapt to such demands through the established relations between perceptive selection (visual attention to relevant information) and action selection (selection of movement oriented to goal), and these relations are more controlled as the subjects make them more operative in the solving process.

Results showed that young children were able to be involved in the resolution of a task starting with a unique demonstration, and to follow a simple instruction (*'to put each piece on its axis'*) across the three tasks proposed. It is possible that the shape and colour of each piece and axis in the first tasks initially facilitated the relation between perceptive selection and movement selection. That is, the first task helped to the construction of a goal promoting the relation between the information coming from perception and action information. The establishment of this relation between pieces (for example, red colour) and axis (for example, red) ended in the moment when the child did not find more pieces with this feature, although he could still choose a piece of a different colour or shape and try to put it in the axis where he had previously inserted all the red pieces. However, choosing a piece of a different colour elicit a new answer on a generalised way (that is, putting it in the blue axis), following the same criterion (colour-shape with colour-shape), but ¿this goal was built from the moment that the child choose the first piece? We think that it wasn't, as it is possible that the initial relation was determined by the attracting relation between the colour of the piece and the axis. The following encounters piece-axes probably allowed to make operative the relation between perceptive selection and the selection of movements oriented to goal. This perception selection is evident when after putting all the red pieces the subject picked up a different piece and went to the appropriate axis. Similarly, keeping the goal as a constant in the three tasks implied a reinforcement of the dynamics established in the first tasks, with the increased difficulty of ignoring one of the perceptual features that has been previously attended to (that is, colour). In this new situation, children had

to rebuild the established relations between perception and action, selecting the newly relevant information.

When the subject is able to relate perception and action based in a goal, it initiates the possibility to progressively relate these two components. At this point, flexibility is established as the subject's ability to relate these components, despite difficulties to get the goal, so that the control of his actions is related to his ability to adjust perception-action processes to his goal. These relations emerge both from the subject's observations of other subject action (imitation of experimenter demonstration) and from his own activity in the environment. However, the imitation of relations between perceptual-motor information and the task goal are not enough to be able to understand their meaning, and it is necessary a flexible representations of them. Thus, the responses of youngest children in our study probably were initially reproductions of such relations and until they were not able to manipulate in a flexible way perceptual and action information, they had difficulties and lack of control of their execution.

Hence, our task allow children to build their own representations of the goal through successive encounters with the task context, of the dynamics established between perception and action, without needing to keep in mind an abstract, verbal, complex instruction. In this sense, the nature of the construction of the objective or goal seems to be related to the presence or lack of different processes involved in solving problems. From this perspective, the development of executive function is essential, as the child needs to inhibit not only a response based in perceptual features of the objects and of these interacting in the task, but also to modify in a

flexible way his erroneous approximations to the axis. In our study, children were able to modify their initial responses when faced to the constraints of the task, adapting their behavior in a flexible way to the task demands; however, these changes differ depending on age and task complexity. It is possible that these differences are related to how children made this change and how they used it to achieve their goal. In this line, probably 2.5 year olds probably had a less defined or 'asystematic' flexibility, initially related to intuitive responses (perceptual indicators) that were shown through trial and error responses and that were greatly influenced by feedback use of their own actions in the solving process.

Moreover, it is possible that initially children were not able to directly perceive the differences between the first and the second task, or may be they were not selective in the attention to new information, and they did not 'intuit' the need to change the previously built criterion (red with red, blue with blue). Hence, only through the feedback of their errors they were able to modify their initial representations to adapt their behavior to the new demands, that is, perceived difficulties in their actions make necessary the activation of executive processes (see Anderson, 2002). Thus, if in the context of the task the child only repeats once and again the same action sequence (that is, he picks up a piece and takes it to an axis previously selected with a relevant criterion such as 'green circular pieces go the green circular stick' and inserts it without difficulty), it is possible that in the moment when first difficulties appeared, he needed to modify his action and reorganise his 'representation' about what is *right* in the new situation.

In conclusion, these results suggest that from early age children are able to establish a goal and review what they are doing to modify their response when faced with task limitations implicit to the solving process. In contrast to what other authors have claimed, it is possible that the nature of the relations between cognitive and execution components does not depend so much on the lack of differentiation between young children's cognitive abilities (Bull, Espy & Senn, 2004), but in the kind of dynamics that the subject is able to establish between perception and action from his reiterative encounters with the task context.

References

- Anderson, P. (2002). Assessment and development of executive function during childhood. *Child Neuropsychology*, 8 (2), 71-82.
- Baddeley, A. D. (1996). Exploring the central executive. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49, 5-28.
- Bull, R., Espy, K. A., & Senn, T. E. (2004). A comparison of performance on the towers of London and Hanoi in young children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 45, 743-754.
- Carlson, S. M. (2005). Developmentally sensitive measures of executive function in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, 28, 595-616.

- Cowan, N., & Alloway, T. (2008). Development of working memory in childhood. In M. L. Courage & N. Cowan (Eds.), *The development of memory in infancy and childhood* (pp. 303-342). London: Psychology Press.
- Diamond, A. (2002). Normal development of prefrontal cortex from birth to young adulthood: Cognitive functions, anatomy, and biochemistry. In D. T. Stuss & R. T. Knight (Eds.), *Principles of Frontal Lobe Function* (pp. 466-503). New York: Oxford University Press.
- Diamond, A. (2006). The early development of executive functions. In E. Bialystok & F. Craik (Eds.), *Lifespan Cognition: Mechanisms of Change* (pp. 70-95). New York: Oxford University Press.
- Diamond, A., & Kirkham, N. Z. (2005). Not quite as grown-up as we like to think: Parallels between cognition in childhood and adulthood. *Psychological Science, 16*, 291-297.
- Diamond, A., Kirkham, N. Z., & Amso, D. (2002). Conditions under which young children can hold two rules in mind and inhibit a prepotent response. *Developmental Psychology, 38* (3), 352-362.
- Espy, K. A. (1997). The shape School: Assessing executive function in preschool children. *Developmental Neuropsychology, 13* (4), 495-499.

- Espy, K. A., & Bull, R. (2005). Inhibitory processes in young children and individual variation in short-term memory. *Developmental Neuropsychology*, *28*, 669-688.
- Espy, K. A., Kaufmann, P. M., Glisky, M. L., & McDiarmid, M. D. (2001). New procedures to assess executive functions in preschool children. *The Clinical Neuropsychologist*, *15* (1), 46-58.
- Frye, D., Zelazo, P. D., & Palfai, T. (1995). Theory of mind and rule-based reasoning. *Cognitive Development*, *10*, 483-527.
- Garon, N., Bryson, S., & Smith, I. (2008). A review of executive function in the preschool period using an integrative framework. *Psychological Bulletin*, *134*, 31-60.
- Hughes, C. (1998). Executive function in preschoolers: Links with theory of mind and verbal ability. *British Journal of Developmental Psychology*, *16*, 233-253
- Huttenlocher, P. R., & Dabholkar, A. S. (1997) Regional differences in synaptogenesis in human cerebral cortex, *Journal of Comparative Neurology*, *387*, 167-178.
- Kirkham, N. Z., Cruess, L. & Diamond, A. (2003). Helping children apply their knowledge to their behavior on a dimension-switching task. *Developmental Science*, *6*, 449-467.

- Kochanska, G., Murray, K.T., & Harlan, E. (2000). Effortful control in early childhood: Continuity and change, antecedents, and implications for social development. *Developmental Psychology, 36*, 220-232.
- Mesulam, M. M. (2000). Behavioral neuroanatomy: Large-scale networks, association cortex, frontal syndromes, limbic system, and hemispheric specialization. In M. M. Mesulam (Ed.), *Principles of Behavioral and Cognitive Neurology* (pp. 1-120). New York: Oxford University Press.
- Mesulam, M. M.(2002). The human frontal lobes: Transcending the default mode through contingent encoding. In D. T. Stuss & R. T. Knight (Eds.), *Principles of Frontal Lobe Function* (pp. 8-30). New York: Oxford University Press.
- Norman, D. A., &Shallice, T. (1986). Attention to action: Willed and automatic control of behavior. In Davidson, R. J., Schwartz, G. E. & Shapiro, D. (Eds.), *Consciousness and Self-Regulation: Vol. 4. Advances in Research and Theory* (pp. 1-18). New York: Plenum Press.
- Örnkloo, H., & von Hofsten, C. (2007). Fitting objects into holes: On the development of spatial cognition skills. *Developmental Psychology, 43* (2), 404-416.
- Von Hofsten, C. (2004). An action perspective on motor development. *Trends in Cognitive Sciences, 8* (6), 266-272.
- Welsh, M. C., Friedman, S. L., & Spieker, S. J. (2006). Executive Functions in Developing Children: Current Conceptualizations and Questions for the Future.

In D. Phillips & K. McCartney (Eds.), *Handbook of Early Childhood Development* (167-187). London: Blackwell.

Welsh, M. C., Pennington, B. F., & Groisser, D. B. (1991). A normative-developmental study of executive function: A window of prefrontal function in children. *Developmental Neuropsychology*, 7(2), 131-149.

Zelazo, P. D., & Frye, D. (1998). Cognitive complexity and control: II. The development of executive function in childhood. *Current Directions in Psychological Science*, 7 (4), 121-126.

Zelazo, P. D., & Müller, U. (2002). Executive function in typical and atypical development. In U. Goswami (Ed.), *Handbook of Childhood Cognitive Development* (pp. 445-469). Oxford: Blackwell.

Zelazo, P. D., Müller, U., Frye, D., & Marcovitch, S. (2003). The development of executive function in early childhood. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, Serial No. 274, 68 (3), 1-137.

INDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	9
CAPITULO I. FUNCIÓN EJECUTIVA	15
CAPITULO II. RELACIONES ENTRE PERCEPCIÓN-ACCIÓN	88
CAPITULO III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	113
CAPITULO IV. MÉTODO	123
4.1. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	123
4.2. INSTRUMENTOS	124
4.2.1. Dispositivo de evaluación	124
4.2.2. Material de captura, visionado de imágenes y software estadístico.	126
4.3. ESPACIOS	126
4.4. PROCEDIMIENTO	127
4.4.1. Pasos previos	127
4.4.2. Tareas	128

4.4.3. Instrucciones	133
4.5. CODIFICACIÓN DE LAS TAREAS	134
4.5.1. Edad	134
4.5.2. Tareas	134
4.5.3. Éxito	135
4.5.3.1. Acierto Directo	135
4.5.3.2. Persistencia Perceptiva	135
4.5.3.3. Persistencia Motora	136
4.5.4. Error	136
4.5.4.1. Perseverancia Perceptiva	136
4.5.4.2. Perseverancia Motora	137
4.5.4.3. Persistencia Perceptiva Sin Logro	137
4.5.4.4. Persistencia Motora Sin Logro	137
4.5.5. Estrategias de Resolución	138
4.5.5.1. Criterio Color-Forma (CriterioCF)	138
4.5.5.2. Criterio Ensayo-Error (CriterioEE)	138
4.5.5.3. Criterio Pieza Previa (CriterioPP)	139
4.5.6. Estrategias de manipulación	139
4.5.6.1. Ajustes unimanuales versus bimanuales	140
4.5.6.2. Orientación de la pieza en relación al eje	140
4.5.6.2.1. Coge la pieza orientada (CO)	140
4.5.6.2.2. Modifica la orientación tras dificultad (MO)	140
4.5.6.2.3. No modifica la orientación de la pieza (NMO)	140

4.5.6.3. Tipo de movimiento	141
4.5.6.3.1. Movimientos suaves	141
4.5.6.3.2. Movimientos rígidos	141
4.6. ANÁLISIS DE DATOS	141
CAPITULO V. RESULTADOS	147
5.1. ANÁLISIS EXPLORATORIO DE LOS DATOS	148
5.2. ÉXITO VERSUS FRACASO	152
5.3. TIPOS DE RESULTADOS RELACIONADOS CON ÉXITO Y ERROR ..	155
5.3.1. Acierto Directo	155
5.3.2. Persistencia: Perceptiva y Motora	158
5.3.3. Perseverancia: Perceptiva y Motora	161
5.3.4. Persistencia Sin Logro: Perceptiva y Motora	164
5.4. CRITERIOS DE RESOLUCIÓN	167
5.4.1. Criterio Color-Forma (CF)	167
5.4.2. Criterio Ensayo-Error (EE) y Criterio Pieza Previa (PP)	169
5.4.3. Tipo de Resultado y Criterios de Resolución	175
5.5. CONDUCTAS RELACIONADAS CON EL AJUSTE MOTOR	178
5.5.1. Tipo de ajuste: unimanual versus bimanual	179
5.5.2. Orientación de la pieza con respecto al eje	181
5.5.2.1. Coge la pieza orientada	181
5.5.2.2. Tras dificultad: modifica la orientación de la pieza	183
5.5.2.3. Tras dificultad: no modifica la orientación de la pieza	184
5.5.3. Tipo de movimiento	186

CAPÍTULO VI. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	191
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	214
ANEXOS.....	255
Anexo I	256
Anexo II	258
Anexo III	261
Anexo IV.....	263

INDICE TABLAS

Tabla 1. Distribución de la muestra final de estudio por edad y sexo	124
Tabla 2. Características de los ejes	125
Tabla 3. Características de las piezas	125
Tabla 4. Características de las piezas utilizadas en la primera tarea	129
Tabla 5. Características de las piezas utilizadas en la segunda tarea	130
Tabla 6. Características de las piezas utilizadas en la tercera tarea	132
Tabla 7. Sujetos no incluidos en la muestra final de estudio	142
Tabla 8. Porcentaje medio de los resultados en las tareas por edad	150
Tabla 9. Estimación de los parámetros de edad para la variable éxito	153
Tabla 10. Aciertos directos por tarea y edad	157
Tabla 11. Diferencias por edad en persistencia motora	159
Tabla 12. Criterio color-forma por tareas y edad	168
Tabla 13. Criterio ensayo-error por tareas y edad	170
Tabla 14. Criterio pieza-previa por tareas y edad	171
Tabla 15. Criterios de resolución (CF, EE, PP) por tareas y edad	172
Tabla 16. Aciertos directos por edad y criterio CF	176
Tabla 17. Aciertos directos por edad y criterio PP	177

Tabla 18. Perseverancia perceptiva y criterio PP por tareas	178
Tabla 19. Porcentaje medio de tipos de ajuste motor por tarea y edad	180
Tabla 20. Aciertos directos por edad y orientación previa de la pieza al eje	183
Tabla 21. Persistencia motora con modificación de la orientación de la pieza	184
Tabla 22. Perseverancia motora en función de la ausencia de modificación de la orientación de la pieza	186
Tabla 23. Movimientos suaves por tarea y edad	187
Tabla 24. Perseverancia motora en función de los movimientos rígidos para el ajuste	188

INDICE DE IMÁGENES Y GRÁFICOS

IMÁGENES

Imagen 1. Secuencia de presentación de las tareas	128
Imagen 2. Inicio y resolución de la primera tarea	130
Imagen 3. Inicio y resolución de la segunda tarea	131
Imagen 4. Inicio y resolución de la segunda tarea	133
Imagen 5. Ejemplo de orientación correcta de una pieza	181

GRÁFICOS

Gráfico 1. Porcentaje medio para los diferentes resultados por tarea y edad	151
Gráfico 2. Porcentaje medio de éxitos por tarea y edad	154
Gráfico 3. Porcentaje medio de errores por tarea y edad	154
Gráfico 4. Aciertos directos por tarea y edad	157
Gráfico 5. Respuestas de persistencia por tarea y edad	160
Gráfico 6. Respuestas de perseverancia por tarea y edad	163
Gráfico 7. Respuestas de persistencia sin logro por tarea y edad	166
Gráfico 8. Criterios de resolución por tarea y edad	174
Gráfico 9. Porcentaje medio de ajuste unimanual y bimanual por tareas.....	180

INTRODUCCIÓN

Las diferentes perspectivas teóricas sobre el desarrollo y organización de la función ejecutiva han destacado que la comprensión de la naturaleza del control ejecutivo se pone de manifiesto en la evaluación temprana de sus componentes (Espy y Bull, 2005). En este sentido, la evaluación conductual de la función ejecutiva en niños pequeños es un aspecto clave en las aproximaciones al desarrollo cognitivo y social (Carlson, 2005; Carlson y Moses, 2001; Hughes, 1998; Kochanska, Murray y Harlan, 2000), en la medida que el período preescolar se configura como una etapa de rápida adquisición de competencias ejecutivas, que se apoyan en la maduración de las estructuras prefrontales (Diamond y Kirkham, 2005; Huttenlocher y Dabholkar, 1997).

Durante los últimos años se ha asistido a un creciente interés en el estudio de la función ejecutiva en la infancia y niñez (Garon, Bryson y Smith, 2008; Welsh, Friedman y Spieker, 2006), en gran parte motivado por una serie de investigaciones que

han puesto de relieve el rápido desarrollo de la misma a partir del primer año de edad (Diamond, 2002). Sin embargo, este interés ha supuesto un amplio debate sobre los procesos que subyacen a este constructo, así como la importancia de diseñar procedimientos de evaluación adaptados al nivel de desarrollo del sujeto.

Efectivamente, la falta de consenso conceptual entre las diferentes aproximaciones teóricas a este constructo ha suscitado discusiones en torno a los procesos que lo integran. A este respecto, algunos autores han defendido una visión unitaria de la función ejecutiva, haciendo referencia a un “ejecutivo central” que es capaz de explicar las habilidades cognitivas en base a un único factor latente (Baddeley, 1996; Cowan y Alloway, 2009; Mesulam, 2000); mientras que otros han propuesto un planteamiento integrador, en el que la función ejecutiva subyace a la coordinación de diferentes procesos cognitivos (atención, memoria de trabajo, inhibición, planificación), que trabajan de forma conjunta contribuyendo a la monitorización y control del pensamiento (Carlson, 2005) y permitiendo una acción estratégica y flexible (Welsh et al., 2006).

En líneas generales, el concepto de función ejecutiva se ha utilizado para hacer referencia a comportamientos adaptativos (Mesulam, 2002), que integran y combinan habilidades cognitivas encaminadas a una meta (Welsh et al., 2006). Desde este punto de vista, la función ejecutiva será necesaria en situaciones o tareas que requieren de cierto nivel de concentración o nuevas, así como en la planificación y solución de problemas, el control de respuestas irrelevantes y el cambio de estrategia de resolución (Diamond, 2006); es decir, siempre que resulte insuficiente actuar de forma automática

(Norman y Shallice, 1986) o que esto pueda llevar al sujeto a perder el objetivo en mente. Asimismo, cuando se habla de acciones dirigidas a meta (Zelazo y Frye, 1998) se debe tener en cuenta que éstas estarán guiadas por procesos perceptivos y cognitivos, que implican planificación y anticipación (Örnkloo y von Hofsten, 2007; von Hofsten, 2004), de tal modo que las dinámicas entre la información perceptiva y de la acción serán dos aspectos claves en el proceso de resolución de la tarea y en la comprensión del comportamiento adaptativo de los niños pequeños. En este sentido, la falta de consenso en la conceptualización de la función ejecutiva parece residir no sólo en los procesos subyacentes al comportamiento inflexible de los sujetos (Zelazo y Müller, 2002), sino también en el peso que se le atribuye a los mismos, más que en la propia naturaleza de las características de la tarea que deben ser consideradas para su estudio.

Por otro lado, la exploración de la función ejecutiva en niños pequeños se ha encontrado limitada por las dificultades para diseñar tareas evolutivamente adecuadas a sus habilidades. El creciente interés por la función ejecutiva en el período preescolar, ha llevado a la adaptación de tareas utilizadas con adultos y a la creación de nuevas pruebas para niños (Diamond, Kirkham y Amso, 2002; Espy, 1997; Espy, Kaufmann, Glisky y McDiarmid, 2001; Kirkham, Cruess y Diamond, 2003; Kloo, Perner, Kerschhuber, Dabernig y Aichhorn, 2008; Zelazo, Müller, Frye y Marcovitch, 2003). En estas tareas se ha intentado minimizar el papel del lenguaje en la resolución de las mismas, pasando de respuestas fundamentalmente verbales, a otras en las que los niños responden a través de una conducta motora (p. e., la tarea de clasificación de tarjetas). Sin embargo, la mayoría de estas tareas se fundamentan principalmente en el seguimiento de reglas verbales abstractas, que implican la capacidad para mantener

dicha información en mente, así como la habilidad para inhibir una respuesta dominante y cambiar de forma flexible de estrategia de resolución cuando las demandas de la tarea se modifican, sin tener en cuenta el nivel de desarrollo del niño (Welsh, Pennington y Groisser, 1991).

Este tipo de procedimiento de evaluación presupone ciertas habilidades en los niños que posiblemente se desarrollan progresivamente durante la niñez (p. e., el uso de la regulación verbal; Ramírez, 1987) y minimizan el papel del feedback para un comportamiento flexible y adaptativo. A este respecto, resulta paradójico que desde la neuropsicología y la psicología cognitiva se haya reconocido la necesidad de eliminar el componente verbal en la ejecución de estas tareas y, sin embargo, las conductas de cambio en los niños se continúen evaluando en base a sus capacidades para seguir reglas verbales que plantean determinadas situaciones de conflicto. En este sentido, Ramírez (1987) ha sugerido, siguiendo los trabajos de Luria, que la adquisición de un “lenguaje regulador” no se produce de manera paralela al desarrollo de otras funciones del lenguaje tales como los aspectos fonéticos, semánticos y sintácticos del mismo. Esto es, su estrecha vinculación al desarrollo de la actividad no sólo implica la comprensión de las consignas verbales que se le dan al niño, sino que además éste debe ser capaz de implementarlas funcionalmente en el proceso de resolución de la tarea.

Frente a este tipo de medidas, nuestro estudio pretende explorar la capacidad de los niños para cambiar de estrategia de resolución a través de una serie de tareas de inserción de objetos. En estas tareas los sujetos podrán construir sus propias reglas de actuación a partir de una instrucción sencilla y general, y de las dinámicas que se

establecen en el contexto de la tarea entre la información perceptiva y la información de sus propias acciones. Por tanto, los niños podrán modificar sus respuestas en la medida que sean capaces de aprender a partir del feedback directo de su acción y de la información perceptiva que se genera en esa interacción (es decir, la dificultad perceptiva o motora le llevará a replantearse las estrategias utilizadas para alcanzar la meta en mente y posiblemente a buscar otras alternativas de resolución). En relación a esto, la conducta del niño para lograr su meta posiblemente requiere que dirija su atención a la información relacionada con las características perceptivas de los objetos seleccionados y a la información proveniente de sus propias acciones, así como establecer una relación flexible entre ambas fuentes de información, de tal modo que sea capaz de lograr un comportamiento más adaptativo y controlado.

Para abordar estos aspectos, este trabajo se ha estructurado en una primera sección teórica en la que se recoge una descripción detallada de las aproximaciones al estudio del desarrollo de la función ejecutiva, así como una revisión de las investigaciones relacionadas con sus componentes neuronales y con las medidas de evaluación de la misma. En este bloque teórico, el segundo capítulo está orientado a analizar las relaciones entre percepción y acción. Para ello se destacan los planteamientos teóricos de Piaget y Gibson, considerados tradicionalmente como la fundamentación de las investigaciones más recientes en este campo. En este sentido, se ha incluido un apartado esencial en el que nos preguntamos si las proposiciones más recientes sobre las dinámicas de percepción y acción destacan la importancia de las relaciones recíprocas entre ambos componentes.

La segunda parte de este trabajo hace referencia a los aspectos empíricos de nuestra investigación, recogiendo un primer apartado en el que se introduce el planteamiento del problema y nuestros objetivos de investigación, seguido de la descripción del método, el procedimiento y el análisis de los datos, describiendo finalmente los resultados obtenidos y la discusión de los mismos.

DESARROLLO DE LA FUNCIÓN EJECUTIVA EN LA INFANCIA

1.1. Marco teórico de la función ejecutiva

Durante mucho tiempo, la función ejecutiva se ha estudiado desde una perspectiva neuropsicológica, con la finalidad de describir este constructo en base a la estructura neurológica de pacientes con lesiones en el córtex frontal y de las consecuencias conductuales de tales daños (Denckla y Reiss, 1997; Baddeley, 1996; Goldberg, 2001; Luria, 1983; Norman y Shallice, 1986; Wise, Murray, y Gerfen, 1996). La teoría de Luria (1966, en castellano 1983) ha supuesto una de las primeras aproximaciones cognitivo-neuropsicológicas al constructo de función ejecutiva (Korkman, 2004). Este planteamiento responde al interés de Luria por conocer cómo diferentes partes del cerebro están implicadas o contribuyen a los procesos cognitivos (Korkman, 2004).

Actualmente, se está asistiendo a un creciente interés por el desarrollo de la función ejecutiva desde edades tempranas (Welsh et al., 1991), especialmente a partir de los hallazgos de Diamond, en los que se destaca la activación del córtex prefrontal (en especial de su región dorsolateral), que subyace a habilidades cognitivas sofisticadas tales como razonamiento, planificación, solución de problemas, o la coordinación de la ejecución de varias tareas (Diamond, 2001; Diamond y Goldman-Rakic, 1989).

Asimismo, cada vez es más frecuente encontrar referencias a una posible dicotomía en los componentes de la función ejecutiva, con una fuerte vinculación a las estructuras neuronales. En este sentido, se ha distinguido entre componentes “fríos” o cognitivos tales como el control de la atención y la acción (Carlson y Wang, 2007), vinculados a procesos que tienen una base relativamente lógica y mecánica (Chan, Shum, Touloupoulou y Chen, 2008; Zelazo y Müller, 2002), y componentes “calientes” que están relacionados con las funciones ejecutivas implicadas en las emociones y motivaciones de los sujetos (Bechara, Damasio, Damasio y Lee, 1999; Carlson y Wang, 2007; Zelazo y Müller, 2002). A este respecto, Banfield, Wyland, Macrae, Münte y Heatherton (2004), han indicado que las conexiones entre el córtex prefrontal dorsolateral y las estructuras subcorticales (ganglios basales y el tálamo) median las funciones ejecutivas frías (planificación, razonamiento conceptual, comportamiento estratégico, flexibilidad y memoria de trabajo); mientras que el córtex prefrontal ventromedial/orbitofrontal y las estructuras de los ganglios basales y talámicas subyacen a las funciones ejecutivas calientes (auto-control y regulación del procesamiento de la emoción y de la respuesta emocional).

Este creciente interés por la conceptualización y desarrollo de la función ejecutiva ha supuesto un amplio debate tanto en el ámbito de la neuropsicología como de la psicología cognitiva. Por un lado, se ha postulado que la función ejecutiva es un proceso cognitivo único de orden superior, que algunos autores han denominado “ejecutivo central” (Baddeley, 1996; Mesulam, 2002, 2000), o “control atencional” (Engle, 2002), o “sistema atencional supervisor” (Norman y Shallice, 1986). Desde este punto de vista se postula un único factor latente que es capaz de explicar la ejecución de tareas que suponen diferentes demandas cognitivas. En este sentido, Cowan (1988) aborda el concepto de función ejecutiva en términos de “ejecutivo central”, para hacer referencia a los tipos de procesamiento de información que están bajo control voluntario. Cowan sugiere que la activación en la memoria de cualquier tipo de información disminuye con el tiempo sin la adecuada actualización de la misma a través de los procesos de ese ejecutivo central (Cowan, 1988; Cowan y Alloway, 2008). Este modelo plantea que sólo una parte de la información almacenada en la memoria se activa en un momento dado, lo que facilita su acceso en caso necesario. Además, Cowan sugiere que los sujetos sólo centran su atención en una parte de esa información activada; lo que depende en parte del control del ejecutivo central que representa las estrategias de procesamiento voluntario, así como de cambios de atención debidos a modificaciones bruscas en el estímulo (Cowan, 1988).

Por otro lado, estudios más recientes se inclinan por un modelo de múltiples procesos, en el que la función ejecutiva se configura como un “paraguas” conceptual (Chan et al., 2008; Frith y Happé, 1994; Gioia, Isquit y Guy, 2001; Happé, 1994; Hughes y Graham, 2002; Isquit, Gioia y Espy, 2004; Ozonoff y Strayer, 1997), que

integra diferentes subprocesos interrelacionados responsables de guiar, dirigir y controlar el pensamiento, la emoción y la conducta (Gioia, Isquith, Guy y Kenworthy, 2000) en tareas nuevas o cambiantes, en las que no resulta efectivo actuar de forma automática (Diamond, 2006). En concreto, la función ejecutiva será necesaria en situaciones que implican planificar y tomar de decisiones, detectar y corregir errores, iniciar secuencias de acción nuevas, inhibir respuestas dominantes, cambiar de estrategia, usar el feedback, manejar múltiples fuentes de información, etc. (Anderson, 2002; Hughes y Graham, 2002; Stuss, 1992; Temple, 1997). Por tanto, procesos tales como el control inhibitorio, la flexibilidad de pensamiento y de acción, y/o la memoria de trabajo se han vinculado frecuentemente con el desarrollo de la función ejecutiva, considerándolos procesos constituyentes de la misma (Diamond, 2006; Welsh et al., 2006; Welsh et al., 1991), y entendiendo que su relevancia estará mediada en gran medida por las propias demandas de la tarea (Goldberg, 2001).

En relación a esta problemática, Miyake recientemente ha propuesto un modelo integrador de la función ejecutiva para aproximarse al estudio de su organización y desarrollo (Miyake, Friedman, Emerson, Witzki, Howerter y Wager, 2000). En este sentido, la función ejecutiva está integrada por mecanismos de control que modulan la ejecución de varios subprocesos cognitivos y regulan las dinámicas de la cognición humana. Estos autores plantearon un estudio sobre las diferencias individuales en la función ejecutiva analizadas a través de la selección de una serie de tareas en cuya resolución se ponían de manifiesto tres “funciones ejecutivas” claves (cambiar de representación o de tarea, actualizar y controlar las representaciones en la memoria de trabajo, e inhibir las respuestas dominantes). El propósito general de esta investigación

consistió en examinar la “unidad” o “diversidad” de esas funciones; es decir, extraer el aspecto que pueden compartir las tareas seleccionadas y utilizar éste como “variable latente” para analizar cómo se relacionan esos componentes. De acuerdo con los resultados obtenidos, parece que estas tres “funciones ejecutivas” no son independientes, sino que representan constructos cognitivos separados que interaccionan entre sí (Miyake et al., 2000). En consonancia con este planteamiento, Welsh et al., (2006) consideran que el constructo de función ejecutiva representa la integración de diferentes habilidades, esto es, la coordinación de diferentes componentes cognitivos tales como atención, memoria de trabajo, inhibición, y planificación para lograr una meta.

1.1.1. El modelo de Luria

Luria (1983) plantea una descripción detallada de los componentes funcionales del cerebro humano, donde otorga un papel más práctico a los lóbulos frontales en relación a la programación, monitorización y regulación del comportamiento (Hughes, 2005). Luria propone que el cerebro está integrado por tres sistemas o unidades funcionales básicas que interaccionan entre sí: el sistema de “arousal”/motivación, el sistema de percepción/memoria, y el sistema de selección de la acción. El sistema de percepción/memoria, vinculado al córtex posterior y al hipocampo, crea, almacena y/o activa representaciones existentes que el sujeto percibe a través de los órganos sensoriales. A su vez, las representaciones generadas por este sistema proporcionan la entrada de información al sistema de activación/motivación, con el neocórtex, el sistema límbico y el tronco cerebral como componentes neuronales. Este sistema tiene

implicaciones para el ajuste motivacional del sujeto de modo que sea capaz de adaptarse a las circunstancias cambiantes del entorno. Por último, el sistema de selección de la acción, que interactúa con el córtex frontal, los ganglios basales y el tálamo, se modifica por la entrada de información desde el sistema de motivación, y está implicado en la planificación y ejecución de acciones y pensamientos. Asimismo, este sistema permite limitar posibles elecciones de comportamiento, “deseleccionando” las opciones que no son apropiadas a través de los procesos inhibitorios.

En su aproximación al estudio de las consecuencias conductuales derivadas de lesiones en el lóbulo frontal Luria desarrolló una serie de tareas de evaluación (test de puño-lado-palma, el test del programa motor recíproco, la tarea de *go/no-go*, el juego de la mano, tareas tipo Stroop no verbales), diseñadas inicialmente para evaluar a pacientes con daños en el lóbulo frontal (Chan et al., 2008; Zelazo y Müller, 2002), que en la actualidad muchas de ellas se han adaptado para estudiar el desarrollo de la función ejecutiva en niños pequeños (el test de “puño-dedo”, o la tarea de “*tapping*” en Diamond, 2002).

1.1.2. Modelo de Norman y Shallice

A partir de los trabajos de Luria sobre el funcionamiento del lóbulo frontal, Norman y Shallice (1986) proponen una teoría de control de la acción fundamentada en la distinción entre un procesamiento “automático” versus “controlado” de la información perceptiva. Estos autores plantean que existen determinadas situaciones de la vida diaria en las que es posible actuar sin necesidad de dirigir o activar la atención de forma deliberada o sin una “consciencia” explícita de las acciones realizadas (actuar

de modo automático). De igual modo, frente a este tipo de tareas, existen otras tareas vinculadas a requisitos específicos como planificación, toma de decisiones, corrección de errores, secuencias nuevas de acciones, etc., en las que es necesaria una atención deliberada (actuar bajo control).

En su teoría de la acción, Norman y Shallice (1986) plantean tres diferentes niveles de control, que están relacionados con la mayor o menor automaticidad de las acciones de los sujetos. En este sentido, las acciones podrán implementarse de manera totalmente automática, parcialmente automática, o de un modo consciente y deliberado. Las “acciones totalmente automáticas” son controladas por esquemas o planes organizados, lo que implica una ejecución en la que se tiene poca conciencia sobre los procesos implicados, que en determinadas circunstancias puede llevar a desorganizar la propia actividad. Para evitar tales situaciones, el “mecanismo parcialmente automático de resolución de conflictos” está implicado en la selección de uno de los esquemas activados, teniendo en cuenta la información del contexto, con el fin de evitar cualquier conflicto en la actividad del sujeto. Este mecanismo subyace a la ejecución de conductas rutinarias que se llevan a cabo sin control voluntario y que están determinadas sólo por el esquema más fuertemente activado. A pesar de ser un sistema de control eficaz, falla ante acciones no rutinarias o nuevas. Por ejemplo, en ocasiones no es posible llevar una acción aunque se haya planeado debido a que el esquema activado no es adecuado pero es suficientemente fuerte para “capturar” el sistema de acción. Por tanto, para tareas nuevas y complejas, en las que el mecanismo parcialmente automático no es suficiente, es necesario un sistema de control adicional de orden superior que Norman y Shallice (1986) han denominado “Sistema Atencional Supervisor”. Este mecanismo de control

está integrado por sistemas generales de programación o planificación que pueden operar en cualquier dominio (Shallice, 1982), actúa añadiendo un nivel *extra de activación* a los esquemas apropiados, o un nivel *extra de inhibición* a los esquemas inapropiados con el fin de orientar el sistema parcialmente automático. Pero este sistema sólo proporciona un medio indirecto de control de la acción, ya que la atención asociada con las salidas de este sistema sólo controla los valores de activación e inhibición de los esquemas, pero no su selección. Por tanto, este modelo plantea que las acciones que se llevan a cabo bajo control consciente y deliberado implican un mecanismo diferente al vinculado con las acciones automáticas, ya que en el primero los procesos atencionales pueden modular el proceso selectivo añadiendo solamente “activación” o “inhibición”; de modo que, la atención a la acción no es necesaria ni suficiente para producir la selección de un plan de acción, es decir, la atención sólo es relevante para iniciar una acción, pero no para su ejecución (Norman y Shallice, 1986).

Recientemente, Burgess ha ampliado las competencias del sistema atencional supervisor propuesto por Norman y Shallice, ya que considera que no sólo es responsable de regular tareas nuevas, sino que además tiene una importante implicación en la ejecución de “multitareas” (Burgess, Veitch, Costello y Shallice, 2000). Este autor vincula este sistema de control a situaciones tales como completar diferentes tareas, períodos intercalados de tiempo para lograr una ejecución eficaz, interrupciones imprevistas y resultados inesperados, ausencia de feedback inmediato sobre las acciones del sujeto, u objetivos auto-determinados; es decir, es el propio sujeto el que decide por sí mismo qué estrategia de resolución es la adecuada (Burgess y Simons, 2005; Burgess et al., 2000).

1.1.3. Modelo de Duncan

Duncan, Emslie y Williams (1996) promueven un modelo teórico en el que el comportamiento dirigido a meta está controlado por metas que se formulan, almacenan y comprueban en la memoria para responder de manera adecuada. En este sentido, el mantenimiento de una meta en mente adquiere un papel crucial en la resolución de determinadas tareas o situaciones (Marcovitch, Boseovski y Knapp, 2007). Ese comportamiento se estructura a partir de un conjunto de requisitos de acción, que se derivan de instrucciones verbales que implican múltiples niveles de abstracción. En relación a esto, las instrucciones verbales sólo describen los requisitos de la tarea en términos abstractos, mientras que las estrategias “autogeneradas” implican un conjunto de restricciones adicionales sobre la acción (*submetas*), que facilitan la construcción de la conducta adecuada. Por tanto, es probable que una simple orden verbal no sea suficiente para provocar una conducta adecuada, en cuyo caso se haría necesaria su repetición y posible ampliación (Duncan et al., 1996).

Desde esta perspectiva los errores perseverantes de los sujetos están relacionados con una falta de atención a la meta, donde se ignoran los requisitos de la tarea, aunque se haya entendido y se recuerden las reglas de resolución (“*goal neglect*”). De hecho, determinadas manifestaciones de conocimiento sobre las instrucciones (p. e., responder correctamente a cuestiones sobre los requisitos de la tarea) no garantiza una ejecución correcta o adecuada; es decir, existe un claro desequilibrio entre lo que el sujeto conoce en relación a la meta de la tarea, y lo que realmente intenta hacer a través de la acción (Kirkham et al., 2003; Yerys y Munakata, 2006; Zelazo et al., 2003). Este

tipo de limitaciones suelen ponerse de manifiesto en situaciones nuevas, con escaso feedback del error o cuando los requisitos de la tarea son múltiples (Duncan et al., 1996). Duncan ha teorizado que dirigir la atención a uno de los rasgos de un objeto tiene como resultado la selección de otros atributos, relevantes e irrelevantes, de ese mismo objeto. Por tanto, la selección de la meta en una tarea puede ser entendida como una “competición” entre muchos “candidatos” que se activan en un momento dado (Duncan et al., 1996; Duncan, 1980). En este sentido, parece existir una fuerte tendencia a perseverar en una respuesta concreta cuando se activa una determinada acción orientada o dirigida a meta (Duncan et al., 1996; Norman y Shallice, 1986).

1.1.4. Teoría de control y complejidad cognitiva

Otra de las aproximaciones al estudio de la organización y desarrollo de la función ejecutiva es la *teoría de control y complejidad cognitiva* (Frye, Zelazo y Burack, 1998; Zelazo y Frye, 1998). Desde este marco teórico, el comportamiento inflexible o perseverante surge de la incapacidad de los sujetos para “*reflexionar conscientemente*” sobre las tareas y para reconocer reglas de orden superior en una estructura de regla jerárquica y compleja (Zelazo et al., 2003). Por tanto, las dificultades de los niños en tareas relacionadas con la función ejecutiva pueden ser debidas a su falta de control sobre las respuestas (Zelazo, Reznick, Spinazzola, 1998) o a su “*inflexibilidad representacional*” (Jacques, Zelazo, Kirkham y Semcesen, 1999; Zelazo, Reznick y Piñon, 1995).

Uno de los principios postulados en esta teoría sugiere que la ejecución de los niños en determinadas situaciones o tareas va a estar en gran medida supeditada a la

complejidad de los sistemas de regla que se van “construyendo”, entendiendo la “complejidad” en términos del tipo de estructura jerárquica que se establece en los sistemas de regla, más que en función del número de relaciones que pueden procesarse en paralelo (Zelazo et al., 2003). En esta teoría, las reglas conectan condiciones antecedentes con consecuencias específicas, de modo que cuando los niños “reflexionan” sobre las reglas representadas son capaces de considerarlas en contraposición a otras e insertarlas bajo reglas de orden superior. En tales situaciones una simple condición puede depender del cumplimiento de otro requisito para lograr el objetivo. Por tanto, es posible que los niños pequeños sean capaces de usar un par de reglas sencillas para guiar sus respuestas cuando no hay conflicto entre ellas, sin embargo las dificultades y errores a edades tempranas surgen cuando es necesario seleccionar tales reglas entre varias alternativas enfrentadas, mantenerlas en mente, y seguirlas para lograr la meta de la tarea (Zelazo, Carlson y Kesek, 2008).

Desde este punto de vista, los cambios relacionados con la edad en función ejecutiva dependen en parte de los cambios que se producen en el nivel de complejidad de las reglas que los niños son capaces de formular, mantener en su memoria de trabajo y usar para la solución de problemas a una determinada edad. Esto es, debido a que los sistemas de regla más complejos permiten la selección más flexible de determinadas reglas para actuar cuando son posibles criterios incompatibles. Asimismo, estos cambios con la edad en la complejidad de regla son posibles a medida que aumenta la capacidad de los niños para “reflexionar” sobre las reglas representadas (Zelazo et al., 2008; Zelazo et al., 2003). En concreto, Zelazo plantea una secuencia jerarquizada y dependiente de la edad en el control del comportamiento y del pensamiento, en la que

los niños pueden adquirir un sistema de regla sencillo para controlar su conducta. Este sistema se desarrollará a medida que los sujetos sean capaces de lograr un nivel de complejidad mayor en la estructura de las reglas (Zelazo et al., 2003), siendo necesario un proceso funcional de “reflexión”, mediatizado por el “reprocesamiento” de la información en el córtex prefrontal.

Por otro lado, esta aproximación, al igual que el modelo de representación gradual de Munakata (2001), trata de dar una respuesta a las “disociaciones abúlicas”, referidas a la desvinculación entre el conocimiento explícito de las reglas (p. e., en el juego del color, el niño responde verbalmente que los patitos rojos van en la bandeja de los coches rojos) y ser capaz de usar ese conocimiento (p. e., en el juego del color, el niño coloca los patitos rojos en la bandeja de los patitos azules). Zelazo et al. (2003) han propuesto que este tipo de comportamiento depende de la integración de aspectos incompatibles de conocimiento en un sistema de regla único y complejo, que es posible a través de su “subordinación” a una nueva regla de orden superior.

Desde la aproximación de *solución de problemas* (Zelazo y Müller, 2002; Zelazo, Carter, Reznick y Frye, 1997), la función ejecutiva es entendida como un constructo funcional relacionado con los procesos psicológicos implicados en la solución de problemas, en concreto en cuatro fases de dicho proceso (representación, planificación, ejecución, y evaluación). En relación a esto, la función ejecutiva parte de la representación del problema (“identificar la información relevante del contexto”) para elegir un plan de actuación, manteniéndolo en mente para controlar su comportamiento (“intencionalidad”) durante la ejecución del mismo a través de la acción (“uso de la

regla”) y por último, poder evaluar el resultado de su conducta (“detección y corrección del error”). En este contexto, los comportamientos perseverantes pueden manifestarse en cualquiera de estas fases. Por ejemplo, en la tarea de clasificación de tarjetas con cambio dimensional, los errores perseverantes de los niños de tres años de edad en la fase posterior al cambio podrían entenderse como consecuencia de su “inflexibilidad representacional” al no ser capaces de crear un nuevo plan, o bien de su “falta de control de respuesta”, en la medida que los niños pueden tener dificultades para llevar a cabo un nuevo plan a pesar de tener la capacidad para crearlo (Zelazo et al., 1995).

El modelo de solución de problemas conecta la teoría de control y complejidad cognitiva con la representación mental de las reglas lógicas que son necesarias para resolver problemas nuevos y orientados a una meta. Por tanto, los cambios relacionados con la edad en la función ejecutiva reflejan la habilidad de los sujetos para representar y mantener en la memoria de trabajo sistemas de regla jerárquicos que aumentan en complejidad, con el objetivo de poder implementarlos para limitar las interferencias y guiar el comportamiento (Zelazo, Craik y Booth, 2004). Sin embargo, no explica la organización y desarrollo de la función ejecutiva per se, sino más bien ofrece un marco descriptivo que permite observar aspectos claves para función ejecutiva tales como selección de la meta, fluidez conceptual y planificación en situaciones nuevas; así como delimitar el papel de procesos cognitivos básicos en la función ejecutiva (cambio atencional, memoria de trabajo, o respuestas de inhibición).

1.1.5. La teoría de todo o nada

En un reciente trabajo, Diamond ha planteado la *teoría de todo o nada*, partiendo de la idea de que a menudo la mente y el cerebro tienden a trabajar en un nivel relativamente amplio, de manera que sólo bajo determinadas condiciones de esfuerzo (a menudo control inhibitorio) son capaces de trabajar de manera más selectiva (Diamond, 2009; Davidson, Amso, Anderson y Diamond, 2006). En esta teoría Diamond expone una serie de conclusiones generales sobre el comportamiento de los sujetos en situaciones donde el control ejecutivo se hace necesario (p. e., tareas de cambio).

Diamond sugiere que resulta más sencillo cambiar algo o nada que cambiar un aspecto de la tarea pero no otro (Diamond, 2009), ya que han observado que cuando los niños tienen que responder a determinados estímulos y cambiar de respuesta, tienden a ser más rápidos cuando el estímulo y la respuesta cambian al mismo tiempo, que cuando sólo cambia el estímulo, o cuando el botón de respuesta es el mismo (Davidson, Amso, Anderson y Diamond, 2006). Asimismo, los sujetos tienen menos dificultades para tener en cuenta múltiples propiedades destacables de un estímulo que atender a un rasgo específico del mismo. Es posible que la dificultad de los niños resida específicamente en atender selectivamente a un rasgo e ignorar las propiedades irrelevantes del estímulo (Diamond, 2009; Diamond y Kirkham, 2005; Diamond, Carlson y Beck, 2005; Kloo y Perner, 2005; Kloo et al., 2008). Si los sujetos pudiesen procesar selectivamente la dimensión relevante en cada situación, su velocidad y precisión de resolución sería idéntica en las dos condiciones, sin embargo los estudios que se han realizado con niños ponen de manifiesto una situación bastante diferente (Diamond y Kirkham, 2005;

Diamond et al., 2005; Kirkham et al., 2003; Prevor y Diamond, 2005; Zelazo et al., 2003). De igual modo, es probable que esa incapacidad para ignorar un criterio previamente relevante del estímulo se produzca cuando éste ha sido el primer rasgo relevante en el proceso de resolución de la tarea (Diamond, 2009). Es decir, los niños en tales situaciones pueden manifestar una “inercia tendente” a responder en base a los aspectos inicialmente atendidos (*inercia atencional*, en Kirkham et al., 2003). En este sentido, la “inercia atencional” puede subyacer a un comportamiento perseverante que se pone de manifiesto cuando los niños se enfrentan a tareas o situaciones que requieren de control ejecutivo. Por ejemplo, los niños perseveran buscando un objeto en una localización que previamente había sido recompensada pero que ya no es relevante (Diamond, 1985), o clasifican una tarjeta en base al primer criterio a pesar de que explícitamente se les dice que deben cambiar de criterio (Kirkham et al., 2003). Diamond sugiere que es posible que la dificultad de los niños pequeños en ese tipo de situaciones o tareas esté vinculada con su falta de habilidad para “redirigir” su atención hacia una propiedad del estímulo que pasa a ser relevante en la situación actual, mientras los valores de la anterior dimensión siguen estando presentes; en definitiva, cuando la tarea exige disociar entre estímulos incompatibles (Kirkham et al., 2003; Diamond, 2009). Por tanto, en este contexto, el papel de la *inhibición* llega a ser fundamental en la medida que permite solucionar el conflicto entre las propiedades del estímulo, la planificación de las respuestas y las demandas del contexto actual.

Otro de los principios que Diamond plantea en esta teoría destaca la mayor facilidad de los niños para inhibir una respuesta dominante durante todo el proceso de resolución, frente a una respuesta de inhibición ante una situación determinada o en

base a una consigna específica (Diamond, 2009), debido a que las demandas cognitivas en tales situaciones son mayores al tener que superar continuamente esas “tendencias inerciales” comentadas anteriormente (p. e., en el juego de “Simón dice” el niño tiene que responder a las instrucciones dadas por Simón pero no a las emitidas por el experimentador, a pesar de que en ambas condiciones observa las acciones realizadas por el experimentador, teniendo que ignorar la “imitación” o “ejecución” de aquellas que no son dichas por Simón).

Por otro lado, Diamond también ha enfatizado que las dificultades de control inhibitorio interactúan con las demandas de memoria de trabajo, de tal modo que las dificultades de los niños están vinculadas con la necesidad de mantener la información en mente a la vez que necesitan inhibir una tendencia de respuesta dominante (Diamond, 2002). Por tanto, si un sujeto no es capaz de mantener la información en mente durante un período de tiempo y/o inhibir una respuesta dominante, seguirá eligiendo inflexiblemente la respuesta incorrecta (Diamond, 1985, 1988; Diamond y Goldman-Rakic, 1985). Miyake et al. (2000) también han encontrado una moderada correlación entre inhibición y memoria, pese a reconocer la separabilidad de ambos procesos. A nivel neuronal, tanto la habilidad para ejercer control inhibitorio sobre pensamientos, atención y acciones de uno mismo, como la habilidad para relacionar, reorganizar y manipular la información mantenida en mente, muestran una amplia evolución que enlaza con la maduración del córtex prefrontal dorsolateral (Diamond, 2002).

Desde esta perspectiva, lo realmente difícil para los niños es la conjunción de tener que mantener en mente la información junto a la inhibición de una forma de pensar acerca del estímulo inapropiada, especialmente si las representaciones tienen que ser continuamente consideradas por los cambios en el contexto, es decir, la dificultad reside en la interacción entre las demandas inhibitorias y de memoria de trabajo de la tarea (Diamond, 1991, 2002; Davidson et al., 2006; Pennington y Ozonoff, 1996; Roberts y Pennington, 1996). Sin embargo, para Morton y Munakata (2002) la inhibición es una consecuencia funcional de la memoria. En concreto, desde la perspectiva de la memoria gradual, se ha planteado que la inhibición surge indirectamente a partir de la competencia que se produce en el sistema entre las representaciones de la memoria de trabajo y las representaciones latentes, cuando la primera toma ventaja sobre la última (Munakata, 1998, 2002; Cepeda y Munakata, 2007; Munakata y McClelland, 2003).

1.1.6. Modelo de representación gradual

Morton y Munakata (2002) han abordado el estudio de la función ejecutiva a partir de los modelos de redes neuronales, planteando una clara distinción entre una “memoria activa” (memoria de trabajo), vinculada al desarrollo y actividad del córtex prefrontal (Diamond, 2002) y una “memoria latente” (dependiente de la experiencia), relacionada con el córtex posterior. Estos modelos están integrados por unidades de procesamiento individuales, agrupadas en capas separadas y conectadas de manera que conforman trayectorias de comunicación. En este sentido, las trayectorias de la memoria activa se forman en el córtex prefrontal cuando los sujetos mantienen activamente la

representación de un estímulo y pueden acceder a otras áreas del cerebro; mientras que, las trayectorias de la memoria latente se forman en el córtex posterior cuando el procesamiento de un estímulo provoca un cambio en el siguiente procesamiento de ese estímulo. A diferencia de las trayectorias de la memoria activa, estas trayectorias no tienen acceso a otras regiones del cerebro, pero pueden provocar cambios en las mismas con cambios en la activación de los estímulos posteriores. Por tanto, la maduración del córtex prefrontal supone una mayor habilidad para mantener activas las reglas actuales, lo que a su vez implica mayor flexibilidad en tareas de conflicto, donde se hace necesario el cambio entre dos situaciones con diferentes requisitos (Morton y Munakata, 2002).

Munakata propone un modelo de representaciones “graduales” para explicar por qué los niños perseveran cuando parecen saber qué es lo que deben hacer en una tarea (Munakata, 2001). Este modelo puede entenderse sencillamente en relación a los mecanismos que subyacen a los efectos de la dificultad, en la medida que la mayor complejidad de la tarea requiere de representaciones más fuertes, lo que a su vez pone de manifiesto que el comportamiento de los niños puede ser muy dependiente de la tarea (Smith, Thelen, Titzer y McLin, 1999; Thelen y Smith, 1998; Thelen, Schöner, Scheier y Smith, 2001). Desde esta perspectiva, la función ejecutiva es entendida en términos de flexibilidad de pensamiento y comportamiento (Munakata, 2001), en función de la fuerza relativa de las representaciones de la memoria activa y la memoria latente. Por tanto, las conductas perseverantes se producirán cuando la representación activa de la información actualmente relevante no sea lo suficientemente fuerte para competir contra

la representación latente de la información previamente relevante (Marcovitch et al., 2007; Morton y Munakata, 2002; Cepeda y Munakata, 2007).

Las representaciones activa y latente son conceptualmente diferentes pero altamente interactivas, es decir, representaciones latentes débiles pueden llevar a representaciones activas más débiles, por lo que los cambios en las mismas también serán más reducidos (Yerys y Munakata, 2006). Asimismo, es posible que las aparentes “disociaciones” entre el conocimiento y la acción de los niños en tareas diseñadas para explorar la función ejecutiva a edades tempranas, tales como la *tarea estándar de clasificación de tarjetas* (Kirkham et al., 2003; Morton y Munakata, 2002; Munakata, 2001; Munakata y Yerys, 2001; Zelazo et al., 2003), puedan estar reflejando diferencias en la cantidad de conflicto entre estos dos tipos de memoria (Munakata, 2001). En concreto, para que el sujeto sea capaz de cambiar flexiblemente de criterio o de tarea es preciso que la memoria de trabajo sea más fuerte que los “hábitos” formados a partir de las representaciones iniciales (Diamond, 1985; Yerys y Munakata, 2006). Es decir, los comportamientos perseverantes están vinculados a una mayor fuerza de las representaciones latentes frente a las representaciones activas para la elección de la respuesta; mientras que la flexibilidad, está relacionada con una memoria activa más fuerte (Munakata, 1998).

En consonancia con esta perspectiva, Marcovitch et al. (2007) han sugerido que los niños ignoran los requisitos de la tarea debido a limitaciones en el proceso de memoria de trabajo, entendido como el componente ejecutivo clave que es responsable de la manipulación intencionada y consciente de información. En este sentido, la

activación del “estado de meta” es fundamental para el mantenimiento de la misma durante el período preescolar, lo que a su vez requiere de una capacidad de memoria de trabajo elevada para evitar que se altere fácilmente. Por tanto, el comportamiento de los niños en tareas de cambio refleja sus limitaciones en el componente ejecutivo de memoria de trabajo, concretamente en la habilidad para atender de forma perseverante a unas reglas cuando no es necesario hacerlo.

1.1.7. Componentes de la Función Ejecutiva

1.1.7.1. Memoria de trabajo y atención

En general, el término “memoria de trabajo” se ha utilizado para hacer referencia al mantenimiento de una representación en mente, así como a la manipulación simultánea de diferentes fuentes de información (Baddeley, 1986; Daneman y Merikle, 1996; Diamond, 2006; Mesulam, 2000). Engle (2002) añade un nuevo matiz al concepto de memoria de trabajo. Este autor sugiere que la memoria de trabajo es la habilidad para mantener la información seleccionada de forma activa, mientras se inhibe otra información entrante. Desde esta conceptualización, el control de la atención, como componente de la memoria de trabajo, permite mantener activa la información y suprimir las representaciones cuando éstas dejan de ser relevantes (Engle, Kane, Tuholski, 1999). Por tanto, las diferencias individuales en la capacidad de memoria de trabajo reflejan a su vez diferencias en la habilidad para controlar la atención a las representaciones “generadas internamente” y “provocadas externamente” (Engle y Kane, 2004).

En el contexto de esta discusión, Mesulam (2002) ha sugerido que es probable que el mantenimiento de la información *on-line* desempeñe un importante papel en el cambio del foco atencional desde los acontecimientos externos hacia sus representaciones internas; mientras que la manipulación de esta información en la memoria de trabajo implicaría un análisis voluntario de la misma y la reorganización del contenido mental. Desde esta perspectiva, los comportamientos perseverantes de los sujetos reflejan errores para manipular la información existente, más que errores para percibir, reconocer, nombrar o recordar determinados estímulos o información; es decir, la perseverancia es debida a una falta de concentración, de inflexibilidad cognitiva y de habilidad para resistirse a las interferencias y a respuestas inapropiadas (Mesulam, 2000).

Asimismo, en relación a la estructura funcional del cerebro, Mesulam ha sugerido que las tareas que enfatizan los aspectos ejecutivos de la memoria de trabajo, esto es, la manipulación voluntaria de la información, provocan la activación del córtex prefrontal dorsolateral; mientras que las tareas que acentúan el mantenimiento de la información *on-line* provocan la activación del córtex prefrontal y del córtex posterior lateral (Mesulam, 2000).

Baddeley (1996) aporta una explicación influyente sobre el procesamiento de la información y las demandas de almacenamiento de la memoria de trabajo. El modelo “multicomponente” de memoria de trabajo de Baddeley plantea la existencia de un “ejecutivo central”, definido en términos de atención y de manipulación activa de la información en mente, que es el responsable de controlar y regular los procesos

cognitivos. Junto a esta estructura de control central coexisten otros dos componentes especializados en el mantenimiento de la información fonológica (“lazo fonológico”) y de la información viso-espacial (“buffer viso-espacial”). Estos dos últimos componentes dependen del primero y son sistemas especializados en el procesamiento y almacenamiento de cantidades limitadas de información. A diferencia de estos sistemas “esclavos” (Baddeley, 1996), el ejecutivo central es capaz de coordinar e integrar información de cualquier tipo.

Frente a esta visión, otros autores han abordado las implicaciones de la memoria de trabajo en relación a la función ejecutiva destacando básicamente los procesos de mantenimiento de la información *on-line* (Diamond, 2006; Goldman-Rakic, 1988). Sin embargo, también han reconocido que el mantenimiento de la información no supone en sí mismo una condición desafiante, sino que debe combinarse con otras operaciones, como la manipulación (enfaticado por Baddeley) o la inhibición (enfaticada por Diamond), de modo que el control ejecutivo sea necesario, y por tanto se produzca la activación del córtex prefrontal dorsolateral (Baddeley, 1992; Diamond, 2006).

Por otro lado, Diamond ha planteado que la tradicional distinción entre control atencional y memoria de trabajo puede ser arbitraria (Diamond, 2006), ya que centrarse en la información mantenida en mente durante varios segundos puede reflejar tanto un proceso de *atención sostenida* como la capacidad de *memoria de trabajo*. De hecho, esta autora sugiere que el sistema prefrontal que permite a los sujetos permanecer centrados de forma selectiva en la información que se desea mantener en mente, es el

mismo que les ayuda a atender selectivamente a estímulos del entorno, así como a dejar de prestar atención a los estímulos irrelevantes (Diamond, 2006).

El desarrollo de los procesos atencionales en relación con los cambios que exhiben los niños en el uso de estrategias y habilidades cuando se enfrentan a la resolución de una tarea, es un tema que ha suscitado gran interés (Diamond et al., 2005; Jones, Rothbart y Posner, 2003; Ruff y Lawson, 1990). Las características atencionales muestran un importante desarrollo durante los primeros años de vida, con una red más autorreguladora o ejecutiva añadida a otra más reactiva (Rothbart y Bates, 2006; Ruff y Rothbart, 1996). En concreto, Ruff y Lawson (1990), en un estudio con niños a partir de los dos años y medio de edad en el que utilizaron una tarea de juego libre, observaron un aumento significativo en el tiempo de mirada en torno a los tres años y medio de edad. Estos autores sugieren que los niños de mayor edad son capaces de controlar los efectos distractores del entorno cuando la condición de juego supone la presentación de todos los juguetes en un mismo momento, es decir, tienen mayor capacidad para mantener una atención sostenida mayor y organizada. Los resultados de este estudio también pusieron de manifiesto que los niños de cuatro años y medio de edad, en comparación con niños de menor edad, tendieron a centrar su atención durante más tiempo en tareas manipulativas. Ruff y Lawson (1990) interpretan estos resultados bajo la premisa de que es posible que los cambios en atención con la edad se deben a que la atención de los niños durante el primer año de edad está controlada por las propiedades físicas de los objetos, mientras que con el desarrollo la atención parece estar más dirigida por la complejidad de la propia tarea.

Recientes estudios sustentan la existencia de tres redes relacionadas con diferentes aspectos de la atención, se trata de la red de alerta, la red de orientación y la red de atención ejecutiva (Rothbart, Posner y Kieras, 2006). Durante los primeros meses de vida se produce la maduración de la “red de alerta”, siendo un período en el que la atención está vinculada a un estado de preparación o de disposición (Colombo, 2001) y en el que los niños se centran principalmente en objetos nuevos (Ruff y Lawson, 1990) e interesantes, siendo capaces de sostener su atención con el propósito de explorar su entorno inmediato. Alrededor de los cuatro meses de edad, se manifiesta un segundo conjunto de circuitos atencionales, esto es, la red de orientación, que está implicada en la orientación de la atención de una localización a otra (González, Carranza, Fuentes, Galián y Estévez, 2001) y en la selección de la información entrante (Rothbart et al., 2006). Por último, la red de atención ejecutiva está integrada por mecanismos de monitorización y resolución de conflictos entre pensamientos, emociones y respuestas (Posner y Rothbart, 1998; Rothbart et al., 2006). Esta red continúa consolidándose a lo largo de los años preescolares, aumentando el tiempo de duración de la atención durante las tareas (Ruff y Lawson, 1990). En este período se pasa de una atención fuertemente dirigida por el estímulo y por la novedad, a una atención más dirigida por factores cognitivos de planificación y articulación de metas y facilitada por procesos autorreguladores (Ruff y Rothbart, 1996; Ruff y Capozzoli, 2003).

Muchos de los cambios que se producen en la atención selectiva durante los años preescolares son debidos al progresivo desarrollo y al mayor control de la red atencional ejecutiva sobre la red de orientación (Ruff y Rothbart, 1996). En general, el período de los dos a los cinco años de edad constituye una etapa de consolidación de habilidades,

por ejemplo, en torno a los cuatro años de edad no sólo se incrementa la habilidad para dirigir de manera voluntaria la atención hacia aspectos relevantes, sino que también aumenta la capacidad para inhibir las respuestas dominantes pero irrelevantes.

En un trabajo reciente, LaBerge (2004) recoge algunas de las características más destacables que se han asociado frecuentemente con la atención ejecutiva:

a) Selección de una acción intencional sobre otra más fuerte o seleccionada de forma automática. La selección de la acción deseada supone la aplicación de una señal atencional derivada internamente que es resultado de la ejecución de una acción menos saliente en lugar de otra más destacada.

b) Preparación de una acción futura anticipada. La preparación está asociada con una señal atencional proporcionada de forma interna y con una mayor velocidad a la hora de cambiar de tarea.

c) Usar la memoria para mantener la atención focalizada en la tarea. La memoria es especialmente importante en aquellas situaciones en las que hay que reanudar una tarea que se había interrumpido, así como cuando resulta necesario recordar algún estímulo anterior que no se puede inferir de la observación del estado actual del entorno.

d) El esfuerzo atencional lleva a una mayor automatización en la ejecución de la tarea. Una tarea que inicialmente necesita de una atención sostenida, pasará progresivamente a necesitar de una atención más intermitente hasta que pueda realizarse de forma automática.

En definitiva, estas características reflejan la habilidad de los sujetos para la resolución de conflictos durante el procesamiento de la información, siendo uno de los

hitos más importantes en el desarrollo de la función ejecutiva y estando fuertemente vinculada con la maduración de la red atencional ejecutiva (Rothbart y Posner, 2001).

Asimismo, el desarrollo de la red de atención ejecutiva en los años preescolares implica un control más independiente sobre la atención y la acción, lo que permite a su vez observar un mayor control sobre la acción, tanto presente como futura, a través de la simbolización y del lenguaje. Estos mecanismos de control se hacen más independientes cuando los niños comienzan a conocer determinados fenómenos relacionados con la atención, cuando sus cambios de motivación hacen que dicho conocimiento se traduzca en acción y cuando adquieren habilidades, tales como la habilidad para inhibir una acción o el uso de un habla privada reguladora, que les permiten formas de control voluntario (Ruff y Rothbart, 1996; Zelazo y Müller, 2002). Por tanto, el sistema de atención ejecutiva está ligado conceptual y empíricamente a la capacidad de autorregulación, es decir, a la habilidad de los sujetos para cumplir una petición, iniciar y finalizar actividades en función de las demandas situacionales, modificar la intensidad, frecuencia y duración de acciones verbales y motoras en un entorno educativo y social, posponer la acción sobre un objeto deseado o meta y para generar un comportamiento socialmente adecuado en ausencia de controles externos (Kopp, 1982).

Por otro lado, Anderson ha planteado que estos procesos de control atencional influyen enormemente en el funcionamiento de capacidades ejecutivas tales como la flexibilidad cognitiva, el procesamiento de la información, y el contexto de meta, que a su vez son interdependientes y se relacionan entre sí. En concreto, el control atencional permite atender selectivamente a estímulos específicos e inhibir respuestas dominantes,

así como mantener la atención focalizada, regular y controlar las acciones para alcanzar una meta (Anderson, 2002).

1.1.7.2. Inhibición

Otra de las aproximaciones a los resultados observados a edades tempranas en la resolución de tareas de función ejecutiva, hace especial hincapié en el control inhibitorio de pensamientos o respuestas establecidas o automáticas (Carlson y Wang, 2007; Diamond y Taylor, 1996; Roberts y Pennington, 1996). El control inhibitorio se ha definido frecuentemente como la habilidad para inhibir o suprimir procesos de pensamiento o acciones fuertes que no son relevantes para la meta o la tarea (DeLoach, Uttal y Rosengren, 2004; Rothbart y Posner, 1985; Simpson y Riggs, 2007); es decir, la capacidad para inhibir respuestas en el entorno inmediato mientras se persigue un objetivo representado cognitivamente. Sin embargo, otros autores han vinculado el control inhibitorio tanto con procesos de supresión como con procesos de activación. En este sentido, Carlson ha planteado que el control inhibitorio no sólo implica la supresión de una respuesta dominante inapropiada, sino también la activación o mantenimiento de una respuesta subdominante relevante (Carlson y Wang, 2007; Kochanska, Coy y Murray, 2001) y, en ciertas ocasiones, alternar entre iniciar e inhibir una respuesta en función de las condiciones de la tarea (Carlson y Wang, 2007). Por tanto, la inhibición permite a los niños activar un criterio de resolución en una fase de la tarea, “desengancharse” cognitivamente de esa situación cuando el contexto de la tarea cambia y centrar su atención en otro criterio que es relevante y que compite con el anterior para alcanzar la meta (Espy y Bull, 2005).

Recientemente, Lustig, Hasher y Zacks (2007) han aportado una distinción más delimitada de las funciones de la capacidad de inhibición, en concreto estos autores hacen referencia a las siguientes funciones:

a) Controlar el acceso de información al foco atencional. estos autores consideran que los déficits en el control de acceso de la información permiten la distracción a la influencia del procesamiento de los estímulos, lo que puede dificultar o facilitar la ejecución dependiendo de la relación entre el distractor y el objetivo.

b) Eliminar la información irrelevante de la atención y la memoria de trabajo. La información irrelevante puede ser información que elude la función de acceso pero que posteriormente se reconoce como irrelevante, o bien información que fue relevante en una situación previa pero que deja de serlo en la situación actual. Por tanto, los sujetos necesitan olvidar cierta información, explícita o implícita, para poder recordar mejor la información relevante.

c) Suprimir o detener respuestas fuertes pero inapropiadas. Esta función hace referencia a la capacidad de los sujetos para responder rápidamente a todos los estímulos excepto a un estímulo específico (p. e., en la tarea de *go/no-go* no responder a la condición “*no-go*”) ante el que deben retener la tendencia a responder. Este comportamiento, generalmente se ha vinculado al desarrollo del córtex prefrontal dorsolateral (Diamond, 2002). Las diferencias relacionadas con la edad en el componente inhibitorio de estas tareas muestran una trayectoria de desarrollo diferente que se manifiesta en la velocidad de respuesta de los sujetos. Asimismo, las diferencias con la edad en la habilidad para inhibir una respuesta dominante irrelevante son distintas a las encontradas en la habilidad para activar y producir la respuesta apropiada.

Por otro lado, se han distinguido diferentes procesos de inhibición, que interaccionan entre sí (Müller, Zelazo, Hood, Leone y Rohrer, 2004), y que dependen de su vinculación al control de la activación de respuestas motoras dominantes pero inapropiadas, o bien de pensamientos/representaciones irrelevantes pero fuertes. En relación a esto, Diamond ha distinguido dos tipos de procesos de inhibición: la inhibición conductual y la inhibición cognitiva (Diamond, 2006; Gerstadt, Hong y Diamond, 1994). La inhibición cognitiva está relacionada con la habilidad para inhibir la atención a aspectos irrelevantes, lo que hace posible una atención selectiva y sostenida; mientras que la inhibición conductual está referida a la habilidad para inhibir una tendencia conductual fuerte (Diamond, 2006; Sharon y DeLoache, 2003), lo que facilita acciones flexibles. Desde esta perspectiva, los niños a menudo tienen una pobre ejecución en medidas de función ejecutiva debido a que disponen de un sistema débil o ineficaz para inhibir tendencias a responder de una determinada forma o para atender a aspectos concretos de un estímulo (Kirkham et al., 2003) más que a dificultades para recordar una regla adecuada. Por ejemplo, en la tarea de clasificación de tarjetas con cambio dimensional, los niños son capaces de mantener la nueva regla en mente pero perseveran en su respuesta previa debido a que no disponen de la capacidad para suprimir la tendencia a seguir clasificando en base al criterio inicial (Diamond, 2006; Kirkham et al., 2003).

A este respecto, Diamond sugiere que la capacidad inhibitoria no sólo permite detener la ejecución de una acción dominante o el procesamiento de la información irrelevante, sino también seleccionar acciones y representaciones adecuadas que favorecen el cambio flexible de pensamientos y acciones (Diamond, 2006). En

definitiva, la inhibición entendida como la habilidad para ignorar distracciones, mantener la atención focalizada y resistirse a dar una respuesta en lugar de otra (Diamond, 2006; Espy y Bull, 2005), favorece una forma de control específica sobre la atención y las acciones, por lo que el control inhibitorio es un prerequisite imprescindible para el adecuado funcionamiento de otros procesos cognitivos como la reorientación de la atención o la flexibilidad cognitiva. En este sentido, la resolución correcta de tareas de conflicto dependerá no sólo de ordenar dos informaciones incompatibles en una secuencia temporal, sino también de inhibir una tendencia de respuesta dominante que es incompatible con la meta (Diamond et al., 2005; Kirkham et al., 2003).

Por otro lado, diferentes estudios han puesto de manifiesto que el funcionamiento inhibitorio contribuye a diferencias individuales y a cambios en el desarrollo, tanto en tareas relacionadas con el desarrollo de la función ejecutiva (Carlson, 2005; Carlson y Moses, 2001; Diamond, 2002, 1990) como en otras vinculadas al desarrollo de la regulación de la emoción (Kochanska, Murray, Jacques, Koenig y Vandegest, 1996).

La relación entre el desarrollo y naturaleza de la función ejecutiva y de la regulación emocional a edades tempranas está suscitando un gran interés, en la medida que se plantea la posibilidad de que las emociones ayuden a organizar pensamientos, aprendizajes y acciones propios, así como que los procesos cognitivos pueden estar implicados en la regulación de la emoción (Carlson y Wang, 2007). De hecho, en la delimitación conceptual de determinados componentes de la función ejecutiva y la

regulación emocional se observan ciertas similitudes. En concreto, en el modelo de Rothbart uno de los factores del temperamento que se describe es el *control con esfuerzo*, que implica la habilidad para inhibir de forma voluntaria una respuesta dominante y activar una respuesta subdominante (Rothbart y Bates, 2006), y cuya eficiencia dependerá de la fuerza de los procesos emocionales contra los que se ejerce dicho “esfuerzo” (Rothbart et al., 2006).

Carlson y Moses (2001) han encontrado que las diferencias individuales en la resolución de tareas de función ejecutiva correlacionan moderadamente con la información proporcionada por los padres en los cuestionarios de temperamento para niños (p. e., Children’s Behavior Questionnaire de Rothbart, Ahadi, Hershey, y Fisher, 2001). Asimismo, Zelazo y Cunningham (2007) han planteado un modelo interactivo en el que la función ejecutiva y la regulación de la emoción tienen una relación recíproca, cuya naturaleza depende de la relevancia motivacional del problema y de los componentes implicados en el mismo (componentes fríos versus calientes).

1.1.7.3. Flexibilidad para el cambio

La habilidad para cambiar rápidamente de una tarea a otra es crucial para una ejecución óptima en situaciones donde eficacia y precisión son a menudo necesarias (Meyers, Evans, Lauber y Gmeindl, 1998). Los niños tienen que enfrentarse a situaciones en las que deben responder de forma flexible y adaptar sus conductas “voluntariamente” a cambios que ocurren en el entorno. En este sentido, el comportamiento flexible supone tanto la habilidad para cambiar de representación en función de la información entrante que es relevante en el cambio, como para mantener

una representación intacta cuando los cambios son irrelevantes; es decir, el desarrollo de la flexibilidad no sólo depende de ignorar una tendencia dominante a perseverar en una representación inicial, sino también de la activación adecuada de las representaciones previamente ignoradas (Chevalier y Blaye, 2008). Asimismo, la flexibilidad ofrece los “medios” (Adolph, Joh, Franchak, Ishak y Gill, 2008) para que, en circunstancias variables y nuevas, el sujeto sea capaz de seleccionar respuestas adecuadas a aspectos novedosos de un problema, modificar un comportamiento adaptándose a los cambios del contexto y encontrar nuevas estrategias para lograr una meta (Adolph, 2005; Adolph y Berger, 2006; Adolph et al., 2008).

Otros autores se han centrado en el estudio del desarrollo de la “flexibilidad atencional” como uno de los componentes de la función ejecutiva (Stahl y Pry, 2005), que implica desenganchar la atención focalizada en una situación para moverla y reengancharla en otra (Posner, Walker, Friedrich y Rafal, 1984), de manera que el sujeto sea capaz de generar distintas ideas, considerar alternativas conductuales y responder a situaciones nuevas y cambiantes.

Los cambios de tarea o “en la tarea” pueden implicar importantes fases en el procesamiento de la información, que incluyen entre otras seleccionar la próxima tarea a realizar (cambio de meta), activar las reglas procedimentales de la tarea y centrar la atención en los rasgos relevantes del estímulo perceptivo (Meyers et al., 1998). En este sentido, la flexibilidad es evidente cuando es necesario modificar el comportamiento para ajustarse a un nuevo contexto. Muchas de las funciones cognitivas coordinadas a través del córtex prefrontal (p. e., la memoria de trabajo, inhibición) requieren de

cambios rápidos y reversibles del foco atencional entre los acontecimientos sensoriales externos y las representaciones mentales internas (Mesulam, 2000), es decir, necesitan de un comportamiento flexible que les permita cambiar flexiblemente entre “submetas” para lograr el objetivo deseado (Bull et al., 2004).

Recientemente, Anderson ha propuesto un modelo de función ejecutiva que contempla la flexibilidad cognitiva como la habilidad para cambiar de respuesta, aprender de los errores, crear estrategias alternativas, manifestar una atención dividida, y procesar múltiples fuentes de información de forma simultánea (Anderson, 2002). Este autor sugiere que los niños pequeños a menudo tienen dificultades cuando las actividades o el procedimiento de resolución cambian, debido a que fallan al adaptarse a nuevas demandas y les falta habilidad para modificar conductas previamente aprendidas y aprender de los errores (Anderson, 2002), mostrando comportamientos inflexibles y rígidos (Diamond y Goldman-Rakic, 1989).

En contraposición al concepto de flexibilidad, el término inflexibilidad o perseverancia (Zelazo et al., 2003) suele utilizarse para hacer referencia a la producción repetida de una acción o pensamiento en ausencia de un estímulo adecuado (Clearfield, Dineva, Smith, Diedrich y Thelen, 2009; Deák, Ray y Pick, 2004; Diamond, 1991; Zelazo et al., 2003). En relación a esto, Perner, Stummer, Sprung y Doherty (2002) han planteado una nueva aproximación al desarrollo de la función ejecutiva, que interpreta la inflexibilidad de los niños como una carencia de “un concepto de perspectivas” que les permita entender que un único estímulo puede describirse de formas diferentes e incluso incompatibles en función de la perspectiva adoptada (Kloo et al., 2008; Perner y

Lang, 2002). Este planteamiento subyace al modelo de redescrición representacional de Karmiloff-Smith (1995), donde inicialmente el conocimiento sobre el contexto está representado con un formato de procedimiento implícito (“nivel 1”), siendo modular e inflexible. Posteriormente, a través de la práctica los sujetos logran el “dominio” conductual de esos procedimientos y el conocimiento se “redescribe” automáticamente en un formato más explícito y abstracto (“nivel E1”), que revela la estructura de los procedimientos. En este nivel de redescrición, los componentes del conocimiento pueden interactuar con aspectos de otros conocimientos representados explícitamente, pero no pueden manipularse de forma consciente. Esta consciencia necesita de más niveles de redescrición o “explicitación”, dándose de forma espontánea como parte de un empuje interno hacia la creación de relaciones intra-dominio e inter-dominio (Karmiloff-Smith, 1995). Por tanto, el modelo de redescrición representacional enfatiza la “redescrición” del conocimiento hacia formas explícitas después de un éxito inicial bajo representaciones implícitas (Karmiloff-Smith, 1995; Kloo et al., 2008; Perner y Lang, 2002; Perner et al., 2002), de tal modo que las representaciones explícitas puedan analizarse en componentes, reconfigurarse para proporcionar soluciones a problemas nuevos y adaptarse a otros dominios (Karmiloff-Smith, 1995).

Una de las tareas más versionadas para explorar la flexibilidad en los niños durante el período preescolar es la clasificación de tarjetas con cambio dimensional, inicialmente diseñada por (Frye et al., 1995). Las aproximaciones teóricas al comportamiento observado en los niños durante la resolución de dicha tarea son muy diferentes, dependiendo en gran medida de los componentes cognitivos implicados en la explicación y evaluación del mismo. Por ejemplo, desde el modelo de redes neuronales

de Morton y Munakata (2002) esta tarea estaría integrada por tres capas de entrada y por una capa de representación interna que representa las tarjetas de evaluación (rasgos visuales), las instrucciones (rasgos verbales) y la dimensión relevante (regla). Estas unidades interactúan a través de conexiones específicas de anticipación, de manera que cuando la red clasifica a través de la propiedad de “color” las conexiones anticipadas del color se hacen más resistentes y la red desarrolla una memoria latente para clasificar por ese rasgo. Por lo tanto, los cambios con la edad en la realización de este tipo de tareas están vinculados a la superioridad de la memoria activa sobre esas representaciones previas en la memoria latente (Munakata, 2001; Morton y Munakata, 2002).

Por otro lado, Kirkham et al. (2003) han interpretado los comportamientos perseverantes de los niños en la clasificación de tarjetas bidimensionales como el resultado de la “inflexibilidad representacional” (Zelazo et al., 2003) de los niños como consecuencia de la falta de madurez del proceso de inhibición. Desde esta visión, los errores de los niños en este tipo de tareas están vinculados a su dificultad para “redirigir” su atención hacia los rasgos relevantes del estímulo en la fase posterior al cambio y a su vez inhibir la influencia de la dimensión anteriormente correcta. Tanto desde la hipótesis de redesccripción (Kloo y Perner, 2005) como desde la perspectiva de la inercia atencional (Diamond y Kirkham, 2005; Diamond et al., 2005; Kirkham et al., 2003) se ha sugerido que las dificultades de los niños en la resolución de la tarea de clasificación de tarjetas con cambio dimensional residen en la necesidad de tener que pensar en el mismo objeto de dos formas diferentes, requisito que los niños no son capaces de cumplir debido a un escaso control inhibitorio (Diamond et al., 2005), o bien a una pobre habilidad conceptual (Kloo y Perner, 2005). Por tanto, uno de los problemas

de los niños de tres años de edad en esta tarea reside en su rigidez cognitiva cuando es necesario ser flexible (Diamond et al., 2005; Kloo y Perner, 2005).

En definitiva, estos planeamientos ponen de manifiesto que sigue existiendo una amplia controversia sobre los procesos o componentes que subyacen al desarrollo del comportamiento flexible a edades tempranas. De tal modo que, mientras que para Zelazo, el uso flexible de diferentes reglas de clasificación es posible a través de la habilidad para organizar éstas en una estructura de reglas jerárquica que se configura progresivamente a medida que aumenta la “reflexión” sobre las reglas (Zelazo et al., 2003), desde el modelo de representación gradual de Munakata (2001), la flexibilidad se plantea como una consecuencia de la debilidad de la representación activa que no permite anular otras representaciones latentes inicialmente relevantes que en la situación actual resultan inapropiadas.

Por otro lado, Carlson y Moses (2001) han sugerido que los comportamientos perseverantes en esta tarea se deben principalmente a la dificultad de los niños para inhibir una tendencia de respuesta dominante en la fase posterior al cambio de regla, tras haber adquirido un esquema de acción durante la fase anterior al cambio. En esta misma línea, Perner sugiere que estas dificultades se disipan con el desarrollo de la “inhibición ejecutiva”, que depende de la comprensión cognitiva de las consecuencias no planeadas en el esquema de acción (Perner y Lang, 1999; Perner et al., 1999). En relación a esto, es posible que los niños, tras lograr el éxito en la primera fase de la tarea, confíen en exceso en sus posibilidades de resolución y que esto les lleve a ignorar las nuevas reglas, o bien simplemente fallen al analizar las instrucciones que especifican

una nueva regla (Deák et al., 2004). Sin embargo, desde este punto de vista los errores se deben más a un déficit pragmático que a la falta de capacidad para inhibir la respuesta previa (Deák et al., 2004). Desde una perspectiva más integradora, Diamond plantea que es la conjunción de la memoria de trabajo y la inhibición lo que hace posible dicho cambio para una adaptación rápida y flexible a las circunstancias cambiantes del entorno, para considerar las acciones futuras y para encontrar desafíos novedosos y no anticipados (Diamond, 2006).

Por último, desde el marco teórico de sistemas dinámicos, se ha planteado una clara distinción entre dos rasgos distintivos del comportamiento, esto es, la estabilidad y la flexibilidad. La estabilidad depende de la incorporación de las experiencias previas a la situación actual, mientras la flexibilidad requiere renunciar a una respuesta previa y cambiar en respuesta a las nuevas demandas de la tarea (Clearfield et al., 2009), por lo que la flexibilidad se entiende como un aspecto esencial en las acciones dirigidas a meta (Adolph et al., 2008).

En general, se ha asumido que la perseverancia es un rasgo distintivo del comportamiento de los niños pequeños (Clearfield et al., 2006; Thelen et al., 2001; Zelazo y Müller, 2002; Zelazo et al., 2003), que surge por la insuficiente activación de la información entrante relacionada con el nuevo objetivo (Clearfield et al., 2009), o bien por la incapacidad de los niños para inhibir una respuesta dominante cuando las demandas de la tarea aumentan (Berger, 2004; Diamond, 2006, 2009; Kirkham et al., 2003) pero también se han encontrado conductas flexibles a edades tempranas (Clearfield et al., 2009; Corbetta, Williams, Craddock, 2008).

1.2. Aspectos biológicos de la función ejecutiva

Como se comentaba al inicio de este capítulo, el constructo de función ejecutiva parte de los estudios en neuropsicología del lóbulo frontal. Luria es considerado uno de los pioneros en atribuir funciones tales como planificación, coordinación y control del comportamiento al lóbulo frontal, partiendo del estudio de las consecuencias de lesiones en este área del cerebro (Welsh et al., 2006; Zelazo y Müller, 2002). En relación a esto, algunos de los déficits que han sido observados en pacientes con daños en el lóbulo frontal son, entre otros, la falta de flexibilidad mental y de habilidad para seguir instrucciones con varios pasos, la dificultad para inhibir respuestas inapropiadas, generar hipótesis, solucionar problemas, planificar y secuenciar comportamientos complejos, resistirse a la distracción y a la interferencia, etc. (Mesulam, 2000; Stuss y Benson, 1984; Welsh et al., 2006; Zelazo y Müller, 2002).

El lóbulo frontal no actúa como una unidad funcional, sino que está dividido en distintas regiones con diferentes interconexiones y especificidad funcional, contando en su configuración con tres grandes divisiones corticales frontales, tales como el área motora suplementaria, el córtex premotor y el córtex prefrontal, situado este último en la parte más anterior del lóbulo frontal y al que de forma generalizada se le ha atribuido un papel clave en relación a la función ejecutiva (Diamond, 2002). Asimismo, se han distinguido varias áreas diferenciadas, en cuya delimitación anatómica y designación existen ciertas discrepancias entre los autores. Mientras que unos hablan del área dorsolateral, orbitofrontal y rostrofrontal (Zelazo et al., 2008); otros distinguen entre el área dorsolateral, orbital y medial (Stern y Prohaska, 1996); dorsolateral, orbitofrontal o

ventral y frontal media o paralímbica o frontal límbico (Estévez, García y Barraquer, 2000); o entre el área dorsolateral, basal, medial y orbital (Stuss y Benson, 1986).

Sin embargo, pese a la gran importancia que se le ha atribuido al lóbulo frontal en relación con la función asociativa y ejecutiva, Redondo, Brown y Chacón (2001), han señalado que la función ejecutiva no está limitada a una única región cerebral, sino que debe ser entendida en relación a un conjunto de subprocesos relacionados con múltiples circuitos neuronales, que permiten optimizar la ejecución de otras tareas más complejas con diversos componentes cognitivos o conductuales. Barkley (2005), ha sugerido que las redes neuronales implicadas en el control ejecutivo surgen tanto de órdenes internas como de órdenes externas, que aunque son diferentes no tienen porqué ser independientes. En relación a esto, McCloskey ha destacado que las demandas externas exigen de mayor esfuerzo mental y capacidad de control, debido a que el sujeto debe ser capaz de desvincularse de sus rutinas internas dirigidas por el procesamiento de sus propias percepciones, pensamientos y acciones, para poder entonces activar los procesos de control ejecutivo necesarios para alcanzar una meta (McCloskey, Perkins y Van Diviner, 2009).

La existencia de déficits similares a los vinculados normalmente en pacientes con daños en el lóbulo frontal que se han hallado en sujetos con lesiones en otras estructuras (como en los ganglios basales o el tálamo), pone de manifiesto que es posible que no todas las funciones ejecutivas sean exclusivamente dependientes del lóbulo frontal (Sandson, Daffner, Carvalho y Mesulam, 1991), o bien la posibilidad de

que existan otras estructuras implicadas, que estén conectadas a su vez con regiones prefrontales.

Por otro lado, frente a las argumentaciones de algunos autores que atribuían una funcionalidad tardía al córtex prefrontal (Luria, 1983; Passler, Isaac y Hynd, 1985), en la actualidad existe un acuerdo extendido para considerar su origen funcional hacia el final del primer año de edad (Diamond y Goldman-Rakic, 1989; Bell y Fox, 1992; Eslinger, Biddle y Grattan, 1997), lo que ha llevado a considerar la implicación de estructuras subcorticales en la función ejecutiva durante los primeros años del desarrollo, dado que a edades tempranas la maduración de la sinaptogénesis y la mielinización en los lóbulos frontales es reducida. La gradual mielinización de las conexiones prefrontales durante la niñez permite una transmisión más rápida y eficiente de los impulsos nerviosos, así como un mayor procesamiento de la información, una mejor integración de los procesos cognitivos (Anderson, 2002) y un mayor control sobre los procesos perceptivos (McCloskey et al., 2009). Por tanto, parece que determinados cambios neurofisiológicos en el córtex prefrontal (como la sinaptogénesis y la mielinización) están vinculados al desarrollo de los procesos ejecutivos (Anderson, 2002; Bourgeois, 2001; Diamond et al., 2005; Zelazo y Müller, 2002; Zelazo et al., 2008).

En este sentido, se ha reconocido el importante papel que el córtex prefrontal desempeña en relación al control ejecutivo del comportamiento dirigido a meta (Knight y Stuss, 2002), así como en la integración de la información resultante de las propias acciones (Fuster, 2002), y en la regulación de la selección, sincronización, control e

interpretación del comportamiento (Mesulam, 2002). Esta región del lóbulo frontal, está integrada por varias subregiones como son el córtex orbitofrontal, el córtex cingulado anterior y los córtex prefrontales ventrolateral, dorsolateral y rostrolateral (Zelazo et al., 2008). Además, es una de las áreas más altamente interconectadas con otras regiones corticales y subcorticales como son los lóbulos parietales y temporales, las regiones límbicas, los núcleos de la base, los ganglios basales y el cerebelo (Jódar, 2004). El patrón de conexiones que se establece entre el córtex prefrontal y esas regiones subcorticales posibilita la integración-asociación de información y la regulación de la emoción, el pensamiento y la acción (Anderson, 2002; Klingberg, Forssberg y Westerberg, 2002; Luciana y Nelson, 1998; Zelazo y Müller, 2002).

De igual modo, se ha planteado que las proyecciones de dopamina al córtex prefrontal son críticas para las funciones cognitivas, ya que pueden afectar al mantenimiento de la información en mente y a la inhibición simultánea de una respuesta dominante (Diamond, 2002). En concreto, se ha encontrado que este neurotransmisor desempeña un papel importante en la región dorsolateral del córtex prefrontal (Robbins, 2000). Además, el córtex prefrontal desempeña un papel fundamental en el comportamiento flexible del sujeto, que requiere de mecanismos neuronales que puedan codificar contingencias arbitrarias de estímulo-respuesta (p. e., las instrucciones en la tarea de clasificación de tarjetas propuesta por Frye et al., 1995) y sus fluctuaciones temporales dependientes de la experiencia (Mesulam, 2002).

En relación a las regiones funcionales del córtex prefrontal se ha planteado una clara distinción entre la parte dorsolateral y la parte orbital o ventromedial del mismo,

que son coincidentes con la diferenciación que otros autores han propuesto respecto a los componentes “*cool*” (fríos o cognitivos) y los componentes “*hot*” (calientes o emocionales y motivacionales) de la función ejecutiva (Carlson, 2005; Zelazo y Cunningham, 2007; Zelazo et al., 2008; Zelazo y Müller, 2002). Asimismo, Kroger ha mostrado, mediante el uso de fMRI, que las regiones del córtex prefrontal parecen activarse selectivamente cuando se solucionan problemas con relaciones muy complejas (Kroger, Sabb, Fales, Bookheimer, Cohen, & Holyoak, 2002).

En general, el córtex prefrontal orbital o ventromedial se ha vinculado al procesamiento de emociones (*componentes “hot”*), actuando como guía de los procesos de toma de decisiones hacia objetivos socialmente adaptativos (Banfield et al., 2004), favoreciendo la integración de la información afectiva y la regulación del comportamiento motivado, ya que forma parte de un circuito fronto-estriado que tiene fuertes conexiones con la amígdala y otras áreas del sistema límbico (Zelazo et al., 2008); mientras que el área dorsolateral de córtex prefrontal está implicada en la integración de la información sensorial y la regulación de la acción a través de sus conexiones con otras áreas del cerebro tales como el tálamo, los ganglios basales, el hipocampo y las áreas de asociación primaria y secundaria del neocórtex (Banfield et al., 2004; Fuster, 1989; Zelazo y Müller, 2002).

En este sentido, el córtex prefrontal dorsolateral está asociado con habilidades cognitivas como la memoria de trabajo, la atención selectiva, el control inhibitorio sobre los propios pensamientos y acciones (Diamond, 2002), la formación de conceptos y la flexibilidad cognitiva (*componentes “cool”*). Además es necesario cuando una tarea

exige concentración, es nueva o difícil, o cuando hay que cambiar de tarea (Diamond, 2002). A este respecto, Fan ha planteado que la maduración del córtex cingulado anterior y del córtex prefrontal lateral está vinculado al desarrollo de un sistema de atención ejecutiva, que interviene en el mantenimiento de la atención ante situaciones de conflicto desencadenadas por la existencia de distintas respuestas posibles (Fan, McCandliss, Sommer, Raz y Posner, 2002). Por tanto, es posible que los niños pequeños sean más lentos en responder en situaciones que requieren de atención selectiva en parte debido a que están más limitados para reconocer el conflicto, es decir, por sus dificultades en el control de la ejecución mediado por el córtex cingulado anterior (Rueda, Posner, Rothbart y Davis-Stober, 2004; Zelazo et al., 2008).

Una de las tareas, que se ha utilizado ampliamente para estudiar las funciones de la región dorsolateral del córtex prefrontal y que guarda importantes similitudes con la tarea del “error A-no-B”, que ha sido una de las más aplicadas para el estudio del desarrollo infantil de los niños pequeños (Wellman, Cross y Bartsch, 1986), es la “tarea de demora de respuesta” (Diamond, 1985; Diamond y Doar, 1989). Esta tarea requiere que el sujeto sea capaz de mantener la información en mente (memoria de trabajo), resistir la interferencia, e inhibir la tendencia a repetir una acción dominante (buscar en el escondite previamente recompensado). Sin embargo, Mesulam (2002) ha propuesto una delimitación más específica con respecto a las áreas implicadas en la memoria de trabajo, de modo que sugiere que las tareas que destacan los aspectos ejecutivos de la memoria de trabajo provocan la activación del córtex prefrontal dorsolateral; mientras que las tareas que enfatizan el mantenimiento *on-line* de la información provocan la activación del córtex prefrontal y del córtex posterior lateral. De igual modo, la

actividad de esta región se ha asociado con la resolución de determinadas tareas diseñadas para evaluar la función ejecutiva en adultos y niños, tales como la tarea de recuperación del objeto (Diamond, 1981, 1991), o las tareas de Stroop (Carlson y Moses, 2001; Diamond y Taylor, 1996; Diamond et al., 2002; Gerstadt et al., 1994; Reed, Pien y Rothbart, 1984). A este respecto, estudios con niños tratados con fenilcetonuria que posiblemente tienen menores niveles de dopamina en el córtex prefrontal, han puesto de manifiesto mayores limitaciones entre estos sujetos en la resolución de la tarea de “día/noche” (Diamond, 2002). Otras de las tareas utilizadas son la Torre de Hanoi o la Torre de Londres (Asato, Sweeney y Luna, 2006; Bull et al., 2004; Carlin, Bonerba, Phipps, Alexander, Shapiro y Grafman, 2000; Rowe, Owen, Johnsrudey Passingham, 2001; Shallice, 1982; Welsh, Satterlee-Cartmell y Stine, 1999) y la prueba de clasificación de tarjetas de Wisconsin o su versión adaptada para niños, esto es la tarea de clasificación de tarjetas de cambio dimensional (Diamond et al., 2005; Frye et al., 1995; Kirkham et al., 2003; Kloo y Perner, 2005; Munakata y Yerys, 2001; Zelazo et al., 1997; Zelazo et al., 2003). Con respecto a estas últimas tareas, se ha encontrado que ser capaz de cambiar de criterio (p. e., en el test de Wisconsin, que se ha utilizado frecuentemente con adultos con daños en el lóbulo frontal) y no perseverar en el criterio previamente correcto lleva a una activación selectiva del córtex prefrontal (Diamond, 2002). Además, en esta tarea cuando se han comparado pacientes con daños en el hemisferio izquierdo con otros con lesiones en otras áreas del cerebro, los resultados han evidenciado mayores dificultades en el primer grupo de pacientes, con un comportamiento perseverante cuando resulta necesario modificar el criterio de clasificación (Diamond, 2002). Asimismo, se ha encontrado que la actividad del córtex

dorsolateral prefrontal no se incrementa en los cambios intradimensionales o inversos, sino que en tareas con tales requisitos el área que se activa es la región orbitofrontal (Kloo et al., 2008). Por tanto, parece que la actividad del córtex dorsolateral prefrontal sólo es necesaria cuando los sujetos necesitan redirigir su foco atencional (superar la inercia atencional), suprimir la tendencia a responder a un estímulo en base a un criterio inicialmente relevante y cambiar a un criterio diferente (p. e., tarea estándar de clasificación de tarjetas con cambio dimensional; Diamond, 2002; Diamond et al., 2005). De hecho, se ha encontrado que los cambios extradimensionales están asociados con la activación del córtex prefrontal ventrolateral y con la actividad en el córtex prefrontal dorsolateral (Hampshire y Owen, 2006).

A pesar de que se sabe que el crecimiento del córtex frontal desempeña un papel importante en el desarrollo de la función ejecutiva, es menos evidente cómo se relacionan cambios específicos en el córtex frontal con determinados cambios en la función ejecutiva. En este sentido, Lamm, Zelazo y Lewis (2006) llevaron a cabo un estudio con potenciales evocados (a través de EEG) con sujetos de entre 7 y 16 años de edad durante la ejecución de varias medidas de la función ejecutiva (p. e., la tarea de *go/no-go*, la tarea de juego de azar de Iowa, etc.) para registrar las fluctuaciones por minuto en la actividad eléctrica, que refleja la activación de las neuronas en el cerebro. Los resultados de este estudio revelaron que el descenso en el número de neuronas que se activan en el córtex frontal durante la realización de estas tareas puede ser importante un aspecto clave para una función ejecutiva más efectiva.

Asimismo, se ha encontrado que durante la inhibición de respuestas en las pruebas “no-go” de la tarea *go/no-go* se activa un área en el córtex prefrontal lateral que en parte coincide con el área activada durante la fase posterior al cambio en la realización del test de Wisconsin (Konishi, Kawazu, Uchida, Kikyo, Asakura y Miyashita, 1999). En esta misma línea de investigación, Casey, Thomas y McCandliss (2001) llevaron a cabo una serie de estudios con fMRI para examinar la actividad prefrontal en niños y adultos (de 7 a 24 años de edad) durante la ejecución de la tarea *go/no-go*. Los resultados de estos estudios pusieron de manifiesto una mayor actividad en el córtex prefrontal dorsolateral en los niños. Los autores sugieren que esta mayor activación en los niños puede evidenciar una mayor selectividad con la edad en la función del córtex prefrontal. Asimismo, encontraron una correlación específica entre la resolución de la tarea y la activación del cíngulo anterior y de los córtices orbito-frontales. En concreto, se observó que la magnitud de la actividad del cíngulo anterior se incrementó a medida que aumentó la dificultad de la tarea; mientras que, la mayor actividad en el córtex orbito-frontal llevó a un menor número de errores en la resolución. Estos hallazgos ponen de manifiesto la implicación de estas dos regiones del cerebro en el desarrollo del control inhibitorio (Casey et al., 2001).

1.3. Medidas de función ejecutiva

La diversidad de conceptos y aproximaciones teóricas al constructo de función ejecutiva, recogida en los apartados anteriores, es sin duda el claro reflejo de la falta de consenso que existe en relación a los procesos implicados en el control de las acciones y emociones de los sujetos en determinadas situaciones. Esta ausencia de “operativización” de los componentes que constituyen o integran la función ejecutiva implica determinados problemas de medida, con una amplia variedad de tareas creadas o adaptadas para evaluar el desarrollo de la función ejecutiva en sujetos de diferente edad (Rothbart et al., 2006; Carlson, 2005; Carlson et al., 2005) o con trastornos del comportamiento específicos como autismo (Hughes, Russelly Robbins, 1994; Ozonoff, Pennington y Rogers, 1991; Russell, 1997) o hiperactividad (Barkley, 1998).

Muchos de estos tests a menudo miden múltiples habilidades de forma simultánea, un hecho que en diversas ocasiones ha llevado a cuestionar su validez ecológica (Cripe, 1996; Garon et al., 2008; Goldstein, 1996; Miyake et al., 2000; Ozonoff, 1995), si bien ha sido considerado por otros autores como el simple reflejo de la coordinación de múltiples habilidades que, en definitiva, es lo que hace de la función ejecutiva un dominio cognitivo único (Welsh et al., 2006). Otras críticas que se han planteado frecuentemente en relación a las medidas de la función ejecutiva y, en concreto, a los tests neuropsicológicos (Luria, 1983; Norman y Shallice, 1986), se refieren a su aparente falta de propiedades de medida (Pennington y Ozonoff, 1996) y a su escasa relevancia para niños (Anderson, 1998).

El creciente interés por la función ejecutiva en el período preescolar, ha llevado a la adaptación de tareas utilizadas con adultos y a la creación de pruebas específicas para niños (Bull et al., 2004; Brooks, Hanauer, Padowska y Rosman, 2003; Chevalier y Blaye, 2008; Deák et al., 2004; Diamond et al., 2002; Diamond et al., 2005; Espy, 1997; Espy et al., 2001; Hughes, 1998; Isquith, Gioia y Espy, 2004; Kirkham et al., 2003; Kloo et al., 2008; Perner y Lang, 2002; Zelazo et al., 2003; Welsh et al., 2006).

Dentro de este amplio abanico de medidas diseñadas, Carlson y Moses (2001) han agrupado las tareas de función ejecutiva en dos grandes bloques. Por un lado, hacen referencia a “tareas de demora”, que requieren que el sujeto retrase una respuesta dominante; mientras que por otro lado hablan de “tareas de conflicto”, en las que los niños tienen que dar una respuesta nueva mientras inhiben una conducta dominante. Las tareas de conflicto también se han utilizado de forma extensa para evaluar la habilidad de los niños para usar reglas gradualmente más complejas, lo que implica un comportamiento dirigido a meta frente a las posibles interferencias de otras tendencias de respuesta dominantes (Zelazo et al., 2008). Asimismo, algunas de estas tareas permiten evaluar el control del sujeto sobre su propia ejecución, es decir, su habilidad para reconocer cuando las acciones no tienen el efecto buscado. Estas tareas se basan en la capacidad de los niños para detectar y corregir sus errores (Carlson, 2005). En relación a esto, algunos estudios han puesto de manifiesto que, en ciertas situaciones, la habilidad de los niños para detectar errores parece desarrollarse antes que su habilidad para corregirlos. Por ejemplo, Bullock y Lütkenhaus (1988) encontraron que los niños son capaces de distinguir entre torres construidas correcta e incorrectamente, incluso aunque fallen en su construcción. De igual modo, en situaciones en las que los niños

sólo observan y evaluar la ejecución de una marioneta en la tarea de clasificación de tarjetas con cambio dimensional, queda reflejada esta capacidad de detección de errores. En concreto, Jacques et al. (1999) encontraron que los niños de 3 años de edad consideraron como correctas las clasificaciones perseverantes de las marionetas y como errores las acciones correctas. Otra forma de evaluar el control de la ejecución en niños pequeños ha consistido en observar si el tiempo de respuesta en las pruebas posteriores se ralentiza después de un error. En concreto, Jones et al. (2003) han encontrado que conforme mejora la resolución de una tarea del tipo “Simón dice” en niños de 3 y 4 años de edad, aumenta la latencia de respuesta después de un error.

En un intento por realizar una clasificación de los diferentes tipos de medida utilizados para evaluar las capacidades ejecutivas en niños pequeños, Rothbart et al. (2006) han propuesto un esquema, donde quedan recogidas algunas de las tareas más utilizadas en relación con el momento evolutivo adecuado para su aplicación. En relación con esta clasificación, los niños son capaces de resolver correctamente la tarea del error A-no-B (Diamond, 1991) y el test de recuperación del objeto (“caja transparente”, Diamond, Cruttenden y Neiderman, 1994) a partir de su primer año de edad; mientras que para otras tareas como la secuencia visual ambigua o tareas de conflicto espacial (Rothbart et al., 2003) no tienen las habilidades necesarias hasta los dos años y medio de edad, momento en el que muestran su habilidad para demostrar su conocimiento en la tarea de clasificación de tarjetas con una dimensión (Zelazo y Reznick, 1991), logrando una acción de éxito en la misma a partir de los tres años de edad. En torno a los tres años y medio de edad, los niños realizan con éxito la tarea del oso y el elefante (una adaptación para niños de la tarea de “Simón dice”; Jones et al.,

2003) y ya a los cuatro años de edad los niños muestran un comportamiento adecuado en tareas de clasificación de tarjetas con cambio dimensional (Frye et al., 1995; Zelazo et al., 2003) o en el test ANT (*Attentional Network Test* o test de red atencional; Johnson, Posner y Rothbart, 1991), con una capacidad de planificación y de control que va en aumento (Rothbart et al., 2006).

De forma similar, Carlson (2005) ha llevado a cabo un análisis factorial sobre las medidas de función ejecutiva con el objetivo de explorar qué tipo de tareas supone mayor complejidad, teniendo en cuenta las capacidades de los niños en diferentes etapas del desarrollo. Por un lado, analizó la ejecución de un grupo de tareas que habitualmente se han utilizado con niños de entre un año y medio de edad y tres años de edad (*categorización inversa, demora del alimento, búsqueda en múltiples localizaciones, demora del regalo en su versión "lazo"*); mientras que por otro lado, evaluó la resolución de otro conjunto de tareas más específicas para niños a partir de los tres años de edad (*tareas tipo Stroop: día/noche, césped/nieve, oso/dragón; juego de la mano, conflicto espacial, tarea del susurro, tarea de la torre, demora de la recompensa, demora del regalo en su versión "envoltura", "pinball", secuencia motora, contar y etiquetar, secuencia de números hacia atrás, tarea estándar de clasificación de tarjetas con cambio dimensional, menos es más, simón dice, la escala para preescolares de reflexión-impulsividad de Kansas, el juguete prohibido, el regalo decepcionante*). Este estudio ha puesto de manifiesto que, independientemente del grupo de edad, las tareas más difíciles son aquellas que implican la combinación de las capacidades de inhibición y de memoria de trabajo (p. e., *categorización inversa*, a los 2 años de edad; *clasificación de tarjetas con cambio dimensional y secuencia de números hacia atrás*, a

los 3 años de edad; o *Simón dice y la secuencia de números hacia atrás*, a los 4 años de edad).

En este apartado se exponen de manera más detallada los requisitos y objetivos de algunas de estas medidas, así como su vinculación a las diferentes aproximaciones teóricas enunciadas anteriormente. Además, teniendo en cuenta la finalidad de este estudio, se ha prestado especial atención a los trabajos realizados sobre la *tarea de clasificación de tareas con cambio dimensional* ya que ha sido una de las tareas más utilizadas y versionadas en el análisis de la flexibilidad cognitiva en el período preescolar (Frye et al., 1995).

1.2.1. Tareas de demora

Una de las tareas que se incluyen en este bloque de tareas de función ejecutiva es la tarea de *demora del alimento* (Kochanska et al., 2000), en la que el experimentador coloca una galleta debajo de una taza transparente y el niño debe esperar un tiempo específico para poder cogerla. En concreto, para recuperar la galleta el niño debe escuchar una campana que marca el inicio de la respuesta, tal y como el experimentador le recuerda antes de iniciar cada prueba. Los intervalos entre el momento en el que el experimentador coloca el alimento debajo de la taza y el sonido de la campana varían gradualmente (5, 10, 15 y 20 segundos de duración).

Otra de las tareas creadas para evaluar el comportamiento de los niños en este tipo de medidas es la *demora del regalo* (*versión “lazo” o versión “envoltura”*). En este caso el experimentador crea el contexto de la tarea felicitando al niño por el buen

trabajo realizado en las tareas previas y recompensándolo con un regalo. Sin embargo, antes de poder recibir el regalo el niño debe esperar a que el experimentador vuelva a la sala con un “lazo” o a que termine de envolver el regalo sin mostrar signos de anticipación, o de no resistirse a la tentación de abrirlo en ausencia del experimentador. Los estudios en los que se han utilizado este tipo de tareas ponen de manifiesto que esta capacidad de “esperar” mejora durante el período preescolar (Carlson y Moses, 2001).

1.2.2. Tareas de conflicto

A diferencia de las tareas de “demora”, en las tareas de “conflicto” los sujetos no sólo tienen que inhibir determinadas respuestas, sino que además necesitan activar una respuesta nueva, por lo que requieren de una capacidad de memoria suficiente para mantener dos respuestas incompatibles en mente (Carlson y Moses, 2001). Dentro de las medidas de conflicto, existe una extensa gama de tareas que en muchos casos se han derivado de una tarea más compleja, la clásica tarea Stroop (Stroop Color Word Interference Test), en la que respuestas “subdominantes” entran en conflicto directo con las respuestas dominantes (Rothbart et al., 2006). Entre las tareas más simples que se han diseñado, destaca la *tarea de las formas* propuesta por Kochanska et al. (1996). En esta tarea los niños ven una serie de cartas que representan tres tipos de frutas de diferente tamaño (grandes y pequeñas) y a continuación se les muestran tarjetas en las que aparece dibujada una fruta pequeña dentro de una fruta grande (p. e., un plátano pequeño dentro de una manzana grande, junto a una naranja pequeña dentro de un plátano grande). En este caso, los niños deben señalar la fruta pequeña, inhibiendo la tendencia a decir directamente el nombre de todas las frutas representadas en las

tarjetas, con independencia de su tamaño. Los resultados encontrados ponen de manifiesto que en torno a los dos años de edad los niños son capaces de resolver con éxito esta tarea (Kochanska et al., 1996).

Asimismo, una de las tareas seleccionadas para niños pequeños en el estudio de Carlson et al. (2005), que plantea una situación de conflicto en la que es necesario inhibir una respuesta dominante, es la *tarea de categorización inversa* (Carlson, Mandell y Williams, 2004). Los niños deben clasificar bloques grandes en un cubo grande y bloques pequeños en un cubo pequeño. Una vez finalizada esta fase del juego, se invierte el esquema de categorización (Carlson, 2005), es decir, los bloques pequeños se colocarán dentro del cubo grande y los bloques grandes dentro del cubo pequeño, mientras el experimentador recuerda la regla de clasificación antes de cada prueba. A diferencia de la tarea propuesta por Kochanska et al. (1996), esta actividad implica un grado mayor de complejidad, debido a que en esta situación, la respuesta que los niños deben inhibir es más fuerte (Garon et al., 2008). De hecho, en este caso, sólo el veinte por ciento de los niños de dos años de edad en el estudio de Carlson logró resolver correctamente la segunda fase del juego (Carlson, 2005).

Gerstadt et al. (1994) propusieron la tarea de *día/noche*, donde el experimentador pide a los niños que digan “noche” cuando vean una tarjeta blanca en la que hay dibujado un sol y “día” cuando vean una tarjeta negra con la luna y las estrellas, sin ofrecer feedback a sus respuestas ni recordatorios de las reglas durante la fase de evaluación. Los resultados encontrados en esta tarea sugieren que entre los tres años y medio y los cuatro años y medio de edad los niños encuentran dificultades para

responder de manera adecuada, aunque se ha observado una progresiva mejora a partir de esas edades en las respuestas a estas situaciones de conflicto (Carlson y Moses, 2001; Gerstadt et al., 1994; Rothbart et al., 2006). Asimismo, estos autores observaron que los niños de 3.5 y 4.5 años de edad tienen una buena ejecución al principio de la tarea pero su ejecución se deteriora a medida que avanzan en la ejecución (Gerstadt et al., 1994). Diamond ha sugerido que los errores en esta tarea subyacen a la incapacidad de los niños pequeños para mantener dos reglas en mente, así como a sus dificultades para inhibir la verbalización de lo que el objeto realmente representa, de tal modo que si el dibujo es de un sol, el niño debe decir “noche” y evitar decir “día” (Gerstadt et al., 1994; Diamond et al., 2002). Es decir, los niños pequeños tienen dificultad para recordar dos reglas mientras tienen que inhibir “al mismo tiempo” una tendencia natural a responder en base a sus conocimientos previos (esto es, es de día cuando el sol está en el cielo, es de noche cuando está oscuro y en el cielo están las estrellas y la luna). De hecho, cuando se utilizan estímulos con diseños abstractos (p. e., un dibujo con cuadrados blancos y negros es “día”, mientras que un dibujo con el fondo negro y dos trazos blancos que forman una cruz es “noche”) se observa una mejora en la resolución de esta tarea en niños de menor edad, debido a que en esta situación el niño no necesita inhibir una respuesta dominante, sino simplemente mantener las dos reglas en mente (Diamond et al., 2002). De igual modo, parece que los niños no tienen tantas dificultades cuando a cada dibujo se le asigna un nombre cuyo significado es diferente a lo que representa (p. e., el dibujo con el sol será “perro”, y el dibujo con la luna y las estrellas será “gato”). Para Zelazo et al. (2008) en este tipo de tareas, aunque los niños pequeños son capaces de usar un par de reglas sencillo para guiar su respuesta cuando

no hay conflicto entre ellas, la necesidad de seleccionar tales reglas entre varias alternativas enfrentadas, mantenerlas en mente, y seguirlas es lo que hace que las tareas tipo Stroop sean difíciles para los niños pequeños.

Recientemente, Carlson y Moses (2001) han desarrollado otra tarea tipo Stroop, *el césped y la nieve*, que implica la supresión del componente verbal en las respuestas de los niños. Es decir, los niños deben responder señalando una tarjeta en función de las instrucciones y consignas dadas por el experimentador, sin tener que verbalizar el nombre del objeto representado. En concreto, se colocan dos tarjetas sobre la mesa, una verde y otra blanca y se pide a los niños señalar la tarjeta blanca cuando oigan la palabra “césped” e indicar la tarjeta verde cuando escuchen “nieve”. Para estos autores, este tipo de tarea implica una situación de conflicto en la que los niños deben inhibir una respuesta inapropiada y activar una respuesta nueva, que es incompatible con la anterior. Además, los resultados del estudio de Carlson ponen de manifiesto una fuerte relación entre tareas de conflicto como ésta y la capacidad de memoria de los sujetos, debido a que posiblemente el mantenimiento de dos alternativas discordantes en mente supone mayores demandas de memoria de trabajo (Carlson y Moses, 2001).

Otro de los juegos que implica una situación de conflicto entre las respuestas que el sujeto debe manifestar es la tarea del *oso/dragón* (Carlson y Moses, 2001; Kochanska et al., 1996; Reed et al., 1984) o del *oso/elefante* (Jones et al., 2003). Ambas tareas son versiones más simples de la clásica tarea de *Simón dice*. En la tarea del *oso y el dragón* los niños deben realizar las conductas que les indica una marioneta (un osito de peluche con voz dulce) e inhibir la tendencia a actuar en respuesta a las acciones sugeridas por

otra marioneta (un dragón con voz desagradable). En este sentido, los niños tienen que suprimir una tendencia natural a actuar en base a lo que una determinada marioneta les dice, siendo selectivos en sus respuestas. Los estudios que han utilizado este tipo de tareas han encontrados diferencias en ejecución entre los tres y los cinco años de edad. En concreto, parece haber una fuerte evidencia de cambios en la habilidad para manipular el conflicto entre los dos y los cinco años de edad (Carlson, 2005; Jones et al., 2003). En relación a esto, Jones et al. (2003) han sugerido que el desarrollo de los sistemas autorreguladores durante los años preescolares probablemente va acompañado por un aumento importante en la habilidad de los niños para inhibir acciones basándose en las instrucciones de otros.

Diamond y Taylor (1996), han utilizado una versión adaptada de la tarea *tapping* de Luria (esto es, dar dos golpecitos cuando el experimentador dé un único golpe y dar un golpecito cuando el experimentador dé dos), para poder utilizarla con niños a partir de los tres años y medio de edad. Para estos autores, el grado de dificultad de esta tarea supera las capacidades de los niños de tres años de edad. Además, el feedback en esta tarea se ofrece exclusivamente durante la fase de entrenamiento, consistente en emisiones de entusiasmo ante los aciertos y en correcciones verbales ante los errores. Uno de los errores más comunes en la realización de esta tarea suele ser que los niños siempre golpeen una vez o dos veces independientemente de lo que haga el experimentador. Este error recuerda a un error característico que Luria observó en pacientes con lesiones en el lóbulo frontal, ya que cuando se les pedía que dibujaran un círculo y una cruz, o un círculo y un cuadrado, los pacientes empezaron a dibujar correctamente, pero pronto pasaron a seguir una sola regla. En relación a esto, Diamond

y Taylor (1996) sugieren que es posible que los niños no sean capaces de recordar una de las reglas (incapacidad de memoria), o bien que carezcan de la habilidad para cambiar flexiblemente entre dos reglas aunque recuerden ambas. En este sentido, estos autores han relacionado la correcta ejecución de los niños de más edad con una mayor capacidad de memoria de trabajo y con un mayor control sobre su comportamiento, que les permite cambiar de forma flexible entre dos acciones (Diamond y Taylor, 1996).

1.2.3. El caso de la tarea del error A-no-B

La tarea del error A-no-B (introducida por Piaget, 1954) se ha utilizado frecuentemente para estudiar el desarrollo cognitivos de los bebés (Diamond, 2002), aunque se han realizado numerosas adaptaciones para su uso en niños de mayor edad (Espy, Kaufmann, McDiarmid y Glisky, 1999; Spencer, Smith y Thelen, 2001). En esta tarea un objeto se esconde en una localización (A) ante la atenta mirada del niño, y tras un breve intervalo de tiempo (demora) se le permite “recuperarlo”. Tras la primera recuperación en (A) el objeto se coloca en la localización (B), que es bastante similar o incluso idéntica a la primera, de tal modo que después de una breve demora, el niño puede buscar el objeto escondido. Los resultados encontrados ponen de manifiesto que, en torno a los ocho-diez meses de edad, los niños son capaces de encontrar el objeto en la primera localización, incluso con demoras de dos ó tres segundos (Diamond, 1985, 2002), sin embargo, cometen el *error* cuando el objeto se coloca en la otra posición, o cuando se elimina la condición de demora después de ocultar el objeto (Smith et al., 1999), observándose importantes mejoras entre los siete meses y medio de edad y el primer año de vida del sujeto (Diamond, 2002).

Para explicar este fenómeno, Piaget plantea tres hipótesis explicativas alternativas: un defecto de memoria, de localización espacial o un defecto de “objetivización”. Con respecto a la primera proposición, es posible que los niños olviden los desplazamientos del objeto y recurran para encontrarlo, allí donde tuvieron éxito, o bien donde creen que lo vieron desaparecer por última vez. Según Piaget, el problema del niño no es exactamente un problema de memoria, sino de dificultad para ordenar los acontecimientos en el tiempo y, por consiguiente, de tener en cuenta la sucesión de los desplazamientos. En lo que se refiere al defecto de localización espacial, la actuación de los niños parece estar precedida por una falta de representación de las localizaciones, de tal manera que la localización será percibida desde el punto de vista de la acción, sin necesidad de reconstruir itinerario alguno sobre los desplazamientos del objeto. Así pues, el grupo de los desplazamientos permanecerá especialmente "práctico", manteniendo el objeto una posición privilegiada. Es decir, la localización se establecerá desde el punto de vista de la acción y no desde el punto de vista del objeto. La última explicación que Piaget planteó sobre el error A no-B reside en un defecto de objetivización. Esto es, si el niño busca en A cuando el objeto desapareció en B se debe que considera el objeto un “objeto práctico”, y no un cuerpo sustancial e individualizado que se desplaza en el espacio, dissociado de la conducta global relativa a la localización en la que inicialmente tuvo éxito. Desde esta perspectiva, el responsable del error A no-B será la falta de “objetivización” del niño, mientras que los déficits de memoria y de localización espacial serán interpretaciones complementarias, en apariencia distintas, de una misma realidad (para una revisión, Carranza, 1993a, b)

En contraposición a lo planteado por Piaget, Diamond (1985) ha sugerido que los niños continúan cometiendo el error desde los siete meses y medio de edad hasta los doce meses de edad en función de la amplitud del intervalo de demora establecido desde que se oculta el objeto hasta que se le permite al niño su recuperación. Esta relación que se establece entre el nivel de demora y la presencia del error A-no-B, ha llevado a plantear una fuerte vinculación de esta tarea con la memoria de trabajo (Diamond, 1985, 1991); de tal modo que, independientemente de que los niños previamente hayan sido capaces de buscar el objeto en la localización correcta, cuando el tiempo de demora aumenta la capacidad de memoria disminuye y los sujetos no son capaces de ignorar la respuesta previa (Diamond, 1985). Sin embargo, Diamond también afirma que los errores en esta tarea no se pueden explicar exclusivamente en función de la capacidad de memoria de trabajo, sino que posiblemente también es debido a la falta de madurez de ciertas estructuras cerebrales, en concreto de aquellas relacionadas con la capacidad de inhibir una respuesta prepotente (Diamond, 1991, 2000). En el caso de esta tarea, el procedimiento que se sigue refuerza la primera respuesta a la localización (A), por lo que las dificultades de los niños pequeños van a estar vinculadas a una falta de capacidad para inhibir la respuesta inicial, pese a observar cómo el objeto se coloca en otra posición (B). Además, el niño parece “saber” dónde se encuentra el objeto en la segunda fase de la tarea (mira hacia la localización correcta mientras) pero no es capaz de implementar dicho conocimiento a través de su respuesta motora (Baillargeon, 1993; Diamond, 1985); debido a una inhibición ineficiente (Diamond, 2000) o a la acción física de alcanzar (Hofstadter y Reznick, 1996).

Por otro lado, desde sistemas dinámicos se ha planteado una explicación sustancialmente diferente a los procesos que subyacen al error A-no-B. Desde esta perspectiva, las dificultades que surgen en la resolución de esta tarea no se deben específicamente a la incapacidad de los niños para representarse un objeto cuando no es visible con independencia de la conducta del sujeto (visión piagetiana; Smith et al., 1999), ni para suprimir una respuesta dominante basada en la representación inicial de la tarea (visión de control inhibitorio), sino que los errores de búsqueda perseverante deben entenderse a partir de los procesos generales que subyacen al alcance dirigido a meta (Smith et al., 1999; Thelen et al., 2001). Asimismo, estos autores plantean una perseverancia entendida como una etapa del desarrollo necesaria para la adquisición de la flexibilidad (Clearfield et al., 2006). Desde este punto de vista, el error A-no-B surge como una consecuencia directa de un sistema auto-organizado y poco hábil en la infancia, en el que la meta de la acción y la acción en sí misma son inseparables (Smith et al., 1999), y donde:

“[...] el error se crea por las dinámicas establecidas en la tarea, por la aparición de cada alcance fuera de las memorias motoras por los alcances precedentes, y por la continua conexión y coevolución del alcance y la mirada. Los patrones internos de activación que surgen de ver un objetivo cambiar durante la tarea. El error A-no-B es un error de alcance, que surge debido a que la historia de miradas y alcances en la tarea crea una tendencia direccional y porque la entrada de información visual continuamente disponible para guiar la mano a la localización-objetivo es insuficiente para superar esta tendencia” (Smith et al., 1999).

Por tanto, desde este punto de vista, el error A-no-B está vinculado al establecimiento de determinadas tendencias de comportamiento que surgen a partir de la

los éxitos obtenidos en la localización “A” (Smith et al., 1999; Thelen y Smith, 1998), lo que explicaría que los alcances a la primera localización se den incluso cuando no se ha escondido objeto alguno en la misma. Además, esta perspectiva destaca la estrecha relación entre la mirada del niño y la conducta de alcanzar, de tal modo que si tras esconder el objeto se desvía la atención del niño hacia una posición neutra pero cercana a los lugares (A) o (B), en la fase de recuperación del objeto probablemente buscará en la localización más próxima al lado hacia el que se ha dirigido su atención (Smith et al., 1999).

Por otro lado, en contra de la visión anterior que destaca un comportamiento motor activo para la consecución del error, Longo y Bertenthal (2006) han evaluado si la sola observación de la acción es suficiente para cometer error A-no-B, introduciendo dos condiciones de ejecución diferenciadas en la fase de ocultación en (A). Por un lado, los niños debían recuperar el objeto escondido en (A), mientras que en la otra condición se limitaban a observar la recuperación realizada por el experimentador. Los resultados mostraron que los niños, independientemente de la condición precedente para la búsqueda en (A), tuvieron un comportamiento perseverante, es decir, continuaron buscando en (A). Para estos autores, estos resultados ponen de manifiesto que la búsqueda activa del niño en la primera localización no es necesaria para que aparezca el error (Longo y Bertenthal, 2006). La perseverancia de los niños a los 9 meses de edad puede ser el resultado de la repetición de una acción que ha sido observada o realizada, y no sólo a través de la búsqueda activa del sujeto como han sugerido otros autores (Smith et al., 1999; Thelen et al., 2001). Por tanto, estos autores proponen que no es la búsqueda activa en sí la que es necesaria para desencadenar un comportamiento

perseverante, sino más bien una historia de activación motora (Longo y Bertenthal, 2006), lo que también discrepa de la visión de Zelazo, Reznick y Spinazolla (1998), donde las respuestas perseverantes de los niños en este tipo de tareas son entendidas desde la relativa dominancia de un sistema basado en respuestas que se activa por la experiencia motora a lo largo de un sistema representacional consciente.

Otra de las medidas de función ejecutiva que se ha utilizado con niños pequeños y que comparte ciertas similitudes con la tarea del error A-no-B es la tarea de *recuperación del objeto* (Diamond, 1990, 2002). En este caso, el niño debe inhibir una respuesta o acción que es automática (p. e., alcance en línea recta), específicamente debe recuperar un objeto colocado dentro de una caja transparente llevando su mano a la parte lateral de la caja donde hay una apertura, por lo que los errores en esta tarea están vinculados a la incapacidad de los niños pequeños para inhibir una respuesta dominante (Diamond, 1990), así como al escaso desarrollo de las habilidades motoras (Baillargeon, 1987).

1.2.4. Tareas de clasificación de tarjetas

Un tipo de pensamiento flexible que ha atraído un gran número de investigaciones es la habilidad para cambiar entre diferentes dimensiones relevantes, es decir, para llevar a cabo un cambio “extradimensional” (p. e., *tarea estándar de clasificación de tarjetas con cambio dimensional*). En los niños esta habilidad para cambiar de forma flexible de representación (Garon et al., 2008) parece surgir en torno a los 3.5 años de edad (Diamond et al., 2005; Kloo et al., 2008; Kloo y Perner, 2005) y los 4 años de edad (Diamond et al., 2003; Zelazo et al., 2003).

Uno de los tests neuropsicológicos ampliamente utilizado en el estudio de la función ejecutiva en adultos y pacientes con lesiones en el lóbulo frontal es el *Test de Clasificación de Tarjetas de Wisconsin*. Para realizar esta tarea correctamente, los sujetos deben formular un plan, mantener ese plan en mente intencionadamente, usar el plan para guiar su comportamiento (usar la regla) y evaluar el resultado de su comportamiento, en función de los reforzadores verbales que el experimentador le proporciona y que consisten en un feedback exclusivamente verbal de “correcto o error/mal” sin hacer comentarios explícitos sobre el cambio de criterio de una fase a otra (Weintraub, 2000). El test de Wisconsin requiere de funciones cognitivas que permitan al sujeto controlar los acontecimientos en la memoria de trabajo, comparar el feedback del experimentador con la información almacenada, detectar la información entrante sobre la nueva respuesta y aplicarla para la acción, o inhibir la respuesta inicial (Welsh et al., 2006). En general, los resultados encontrados en pacientes con daño en el lóbulo frontal han indicado una clara tendencia a perseverar en la regla inicial a pesar de instrucciones claras para el cambio (Anderson, Damasio, Jones y Tranel, 1991).

Frye et al. (1995) desarrollaron una tarea de clasificación muy similar al test de Wisconsin, pero adaptada a niños pequeños, la *tarea de clasificación de tarjetas con cambio dimensional (Dimensional Change Card Sort)*. Esta tarea se ha utilizado desde diferentes perspectivas y con propósitos distintos (“uso de reglas en niños”, Frye et al., 1995; “inflexibilidad representacional”, Jacques et al., 1999; “fuerza de la representación”, Munakata y Yerys, 2001; “inhabilidad para cambiar la atención”, Kirkham et al., 2003; “teoría de la mente”, Zelazo, Burack, Boseovski, Jacques y Frye,

2001), por lo que los comportamientos manifestados por los niños en la misma también se han atribuido frecuentemente a diferentes procesos cognitivos.

En esta tarea los niños deben clasificar un conjunto de tarjetas con imágenes “bivalentes” (una representa un conejo rojo, mientras la otra muestra un barco azul) en dos bandejas, en las que se han colocado dos tarjetas-modelo diferentes (en una de las bandejas hay una tarjeta con conejo azul dibujado, y en la otra hay un barco rojo). Cada estímulo de las tarjetas-evaluación está conectado con sólo una dimensión (color o forma) de las tarjetas-modelo, de tal modo que la respuesta correcta en base a una regla de clasificación (p. e., en el juego del color, los barcos azules se colocarán en la bandeja del conejo azul), será incorrecta cuando esté supeditada a la otra dimensión (p. e., en el juego de la forma, los barcos azules se colocarán en la bandeja del barco rojo). Por tanto, en la primera fase de la tarea, los niños deben colocar las tarjetas-evaluación en su bandeja correspondiente en función del criterio o dimensión indicado verbalmente por el experimentador (p. e., *vamos a jugar al juego del “color”: si es azul va aquí, si es rojo va allí*), y después de cada tarjeta colocada los niños reciben feedback verbal por parte del experimentador. Una vez colocadas todas las tarjetas-evaluación en las bandejas, se pasa a la siguiente fase, en la que se utilizan las mismas tarjetas pero se cambia el criterio de clasificación sin feedback durante el proceso de resolución (p. e., *ya no jugaremos más al juego del color, ahora vamos a jugar al juego de la “forma”: si es un conejo va aquí, si es un barco va allí*). Zelazo et al. (2003) encontraron que independientemente de la dimensión que se utiliza en primer lugar y del uso de recordatorios del criterio relevante antes de cada prueba, los niños de tres y cuatro años

de edad normalmente continúan clasificando en base al criterio inicial en la fase posterior al cambio, es decir muestran un comportamiento perseverante.

En general, uno de los patrones de resolución que se ha encontrado con respecto a esta tarea pone de manifiesto que los niños de tres años son capaces de clasificar correctamente en base a la primera regla, pero tienen dificultades cuando es necesario cambiar de regla (Carlson, 2005; Frye et al., 1995; Jaques y Zelazo, 2001; Kirkham et al., 2003; Kloo y Perner, 2005; Perner y Lang, 2002; Zelazo et al., 2003). De acuerdo con Zelazo et al. (2003), la clasificación flexible en esta tarea supone que, dentro de una misma dimensión, los niños deben considerar una regla (p. e., “color”: *si es rojo, ponlo aquí*) y entonces compararla con una segunda regla (p. e., “color”: *si es azul, ponlo allí*). En relación a esto, los autores han planteado que los niños de dos años de edad normalmente sólo son capaces de manejar una regla en un momento dado (p. e., *si es rojo, va aquí*), por lo que sus dificultades aparecen incluso antes de iniciar el cambio (fase anterior al cambio), mientras que los niños de tres años de edad pueden tener en cuenta un par de reglas de forma simultánea (*si rojo, aquí; si azul, allí*; o bien, *si conejo, aquí; si barco, allí*), y son capaces de usarlo cuando se presentan en contexto separados (Zelazo et al., 2003). La dificultad, por tanto, de los niños en esta tarea a partir de los tres años de edad parece residir en su incapacidad para considerar sobre dos pares de reglas de manera integrada, es decir, no pueden manejar dos pares de reglas simultáneamente. A partir de los cuatro años de edad, los niños normalmente poseen esa habilidad para representar una regla de orden superior (esto es, “si...si...entonces”: “*si es el juego del color, “si” es rojo, “entonces” aquí*), lo que les permite integrar reglas incompatibles en un único sistema; así como percatarse de que diferentes pares de

reglas se aplican en condiciones distintas. En el momento en el que los sujetos son capaces de usar una regla de orden superior de forma deliberada para seleccionar entre dos pares diferentes de reglas, también aumenta su habilidad para cambiar de forma flexible en respuesta a las demandas situacionales. Por tanto, desde esta perspectiva la dificultad de los niños de tres y cuatro años de edad en esta tarea puede entenderse como un tipo de “inflexibilidad representacional”. Por otro lado, desde la perspectiva de solución de problemas (Zelazo et al., 1997), la ejecución fracasa durante la representación del problema; es decir, en ausencia de un cambio en el contexto, los niños intentan clasificar en base a la dimensión anterior al cambio (Frye y Zelazo, 2003; Zelazo y Müller, 2002).

Se han realizado diversas versiones de la tarea estándar de clasificación de tarjetas anteriormente descrita, con el objetivo de analizar si los niños son capaces de mostrar un comportamiento flexible a edades más tempranas en función de los requisitos específicos de la tarea. En este sentido, Zelazo et al. (2003) han encontrado que cuando los niños tienen que usar las cuatro reglas sin que exista conflicto entre ellas (p. e., colocar cuatro bandejas de clasificación diferentes), la ejecución mejora sustancialmente, lo que sugiere que los errores de perseverancia en esta tarea no se pueden atribuir de forma exclusiva a una capacidad de memoria limitada en los niños (Zelazo et al., 2003). Asimismo, realizaron otra versión de la tarea estándar (*cambio total*), en la que se modificaron los valores de las dimensiones entre la fase anterior al cambio y la posterior (p. e., se le pide al niño que clasifique por el color conejos y barcos rojos y azules durante la fase anterior al cambio, mientras que en la fase posterior al cambio las tarjetas representan flores y coches amarillos y verdes). En esta condición

la mayoría de niños de tres y cuatro años de edad realizaron correctamente la tarea. Sin embargo, cuando sólo se cambiaron los valores de la dimensión que fue “irrelevante” en las pruebas anteriores al cambio, los niños tuvieron de nuevo dificultades para resolver la fase posterior al cambio, en la que tenían que clasificar las primeras tarjetas junto a otras tarjetas diferentes a éstas pero también bivalentes (flores y coches amarillos y verdes). La pobre ejecución de los niños en esta condición puede indicar que continúan usando un único par de reglas durante la fase posterior al cambio. De hecho, a menudo aplicaron de modo perseverante las reglas anteriores al cambio (*si es rojo va aquí*) para estímulos que nunca antes habían visto (Zelazo et al., 2003). Marcovitch y Zelazo (2000) han sugerido que las conductas perseverantes de los niños de tres años de edad en la fase posterior al cambio refuerzan la idea de que la selección y el uso de reglas durante la fase anterior al cambio aumenta la activación de esas reglas, de modo que aumenta la probabilidad de seleccionárselas en el futuro. Por tanto, es posible que las dificultades de los niños de tres años de edad en esta tarea estén en función del requisito de inhibir la atención a rasgos del estímulo concretos que eran relevantes durante la fase anterior al cambio, así como a la necesidad de desinhibir la atención a rasgos del estímulo que se habían ignorado (Kirkham et al., 2003; Müller, Dick, Gela, Overton, Zelazo, 2006).

Kirkham et al. (2003) comprobaron que cuando las tarjetas-evaluación se colocan bocarriba en las bandejas de clasificación se enfatiza la fuerza del criterio por el que se está clasificando. De hecho, los resultados de los niños de cuatro años en esta condición fueron sustancialmente peores que los alcanzados en la tarea estándar, en la que las cartas se clasifican bocabajo. En concreto, aproximadamente el cincuenta por

ciento de las respuestas de los niños de cuatro años fueron erróneas. Por tanto, parece que aumentar la fuerza perceptiva de la dimensión previa conlleva mayores dificultades para la resolución. Con respecto a esto, Garon et al. (2008) han sugerido que posiblemente el conflicto perceptivo lleva a una representación más fuerte de la primera condición de esta tarea, por lo que el cambio posterior resulta más difícil.

Por otro lado, se ha observado que cuando en esta tarea se separan las dos dimensiones (color y forma) como propiedades de un único objeto (“manzana azul”) y se toman para describir dos objetos diferentes (p. e., dibujar el contorno de una manzana cerca de un círculo azul colocado en la carta, en la fase anterior al cambio se clasifican las líneas, mientras que en la fase posterior al cambio se clasifican los puntos coloreados) la ejecución mejora considerablemente (Diamond et al., 2005; Kloo y Perner, 2005).

Diferentes autores también han examinado los efectos del etiquetado (p. e., *aquí tenemos un camión, o aquí tenemos una azul*) en la tarea de clasificación de tarjetas (Deák y Bauer, 1996; Kirkham et al., 2003; Munakata y Yerys, 2001; Towse, Redbond, Houston-Price y Cook, 2000; Yerys y Munakata, 2006). En concreto, Kirkham et al. (2003) han encontrado que los niños de tres años de edad mejoran su ejecución cuando previamente ha etiquetado la tarjeta que va a colocar en la bandeja. En este sentido, parece que este efecto sólo es posible si el niño es el responsable directo de la etiqueta. Es decir, los resultados ponen de manifiesto que los niños de tres años de edad continúan perseverando en el primer criterio cuando es el experimentador la persona encargada de etiquetar las tarjetas, mientras que los niños de cuatro años se benefician

de esta ayuda, resultándoles más sencilla la clasificación en la fase posterior al cambio (Deák y Bauer, 1996). Por otro lado, en las situaciones en las que el niño etiqueta la tarjeta antes de colocarla en cualquier bandeja (p. e., el experimentador le pregunta con cada tarjeta “¿qué es esto?”), el número de errores en la fase posterior al cambio en los niños de tres años de edad disminuye significativamente (Kirkham et al., 2003; Towse et al., 2000). De acuerdo con Diamond, los niños de tres años de edad parecen tener dificultad para “redirigir” su atención a un nuevo criterio de clasificación cuando los valores del criterio que se habían usado previamente siguen estando presentes; o dicho de otro modo, los niños se quedan “atrapados” en una representación del estímulo que ha dejado de ser relevante. En este sentido, es posible que el etiquetado de la dimensión relevante (*mediación verbal*) sea una forma de ayudarse a sí mismos a inhibir la representación que ya no es correcta y a reorientar su atención (Diamond, 2002; Diamond et al., 2005; Kirkham y Diamond, 2003; Kirkham et al., 2003).

Perner y Lang (2002), han observado que la tarea estándar de clasificación de tarjetas es más sencilla para los niños de tres años de edad cuando se utilizan marionetas en lugar de cartas (p. e., en la fase anterior al cambio, *Donald quiere todas las cosas rojas*, pero en la fase posterior al cambio *Donald quiere todos los soles amarillos*). Para estos autores esta tarea resulta más sencilla para los niños debido a que las tarjetas-modelo que se colocan en las bandejas en la tarea estándar provocan una regla general. Para seguir una regla en la fase anterior al cambio los niños necesitan describir el objeto en la carta (manzana-azul) en función de una única dimensión (manzana) dictada por la regla planteada y suprimir posibles descripciones alternativas. Tras esta fase, cuando los niños pasan a la fase de cambio necesitan redesccribir el objeto (cosa azul) y suprimir la

descripción anterior. En este sentido, es posible que los niños pequeños no posean un entendimiento conceptual maduro sobre el hecho de que los objetos pueden verse o describirse de forma diferente bajo diferentes perspectivas, por lo que no toman las instrucciones en la fase posterior al cambio como un mensaje explícito para “redescribir” los objetos (Kloo et al., 2008; Perner y Lang, 2002).

Por otro lado, Brooks et al., (2003) han encontrado que, a diferencia de lo evidenciado en tareas en las que es necesario un cambio bidimensional (tarea estándar de clasificación de tarjetas), los niños de tres años de edad no tienen dificultades para el cambio cuando se utilizan estímulos unidimensionales. Estos autores sugieren que la dificultad de los niños cuando se añade una dimensión irrelevante se debe más al desarrollo de la atención selectiva que al cambio “extradimensional”. Es decir, los niños de 3 años de edad parecen tener limitaciones en su atención selectiva, lo que limita su habilidad para centrarse en la segunda dimensión. Sin embargo, Kloo et al. (2008) han planteado que en la tarea estándar de clasificación de tarjetas la presencia de una segunda dimensión irrelevante no hace que el cambio sea más difícil. En este sentido, la dificultad en esta tarea se debería a la necesidad de llevar a cabo un cambio “extradimensional” (cambio entre diferentes dimensiones relevantes), y no a problemas de atención selectiva (Kloo et al., 2008). En concreto, Kloo et al. (2008) han argumentado que los niños pequeños tienen dificultad para seguir instrucciones para el cambio cuando la clasificación en la primera dimensión se realiza una sola vez, por lo que se más bien se trata de un déficit básico para darse cuenta de la importancia de las instrucciones de cambio, y no sólo de una dificultad ejecutiva para mantener la regla irrelevante.

En esta misma línea de investigación, Yerys y Munakata (2006) han utilizado diferentes tarjetas-evaluación para la fase anterior al cambio y la fase posterior, manteniendo las tarjetas-modelo idénticas en ambas situaciones (triángulo azul y círculo rojo) Las tarjetas que tienen que clasificar inicialmente sólo difieren entre sí en una dimensión (triángulos y círculos negros), mientras que en la fase de cambio las tarjetas varían en dos dimensiones y difieren de las tarjetas-modelo (la tarjeta de evaluación es un triángulo rojo, mientras que la tarjeta-modelo es un triángulo azul). Los resultados de este estudio ponen de manifiesto que, a pesar de la falta de conflicto perceptivo en la fase anterior al cambio, la mayoría de niños de tres años de edad no son capaces de resolver correctamente esta tarea (Yerys y Munakata, 2006; Zelazo et al., 2003).

Asimismo, otra de las cuestiones relacionadas con los factores que pueden ayudar en la ejecución de la tarea de clasificación de tarjetas hace referencia al uso del feedback durante el proceso de resolución. En relación a esto, Yerys y Munakata (2001) han sugerido que aunque el uso del feedback en esta tarea mejora la ejecución de los niños de tres años, muchos de estos sujetos continúan perseverando a pesar de informarles verbalmente que se han equivocado en su clasificación en la fase posterior al cambio (Bohlmann y Fenson, 2005). En este sentido, Kloo et al. (2008) han sugerido que el feedback explícito o una demostración durante la fase posterior al cambio capacitan a los niños de tres años de edad a cambiar su criterio de clasificación, pero es posible que los niños de tres años de edad necesiten consignas más detalladas que les faciliten cambiar sus descripciones a una nueva dimensión.

A diferencia de las tareas de cambio “extradimensional” o “bidimensional” anteriormente descritas, las *tareas de cambio inverso* (juego de la “forma normal” y juego de la “forma tonta”). En el juego de la forma normal las tarjetas con el dibujo de un coche van en la caja que tiene una tarjeta con un coche, y los soles a la caja con la tarjeta de un sol. Mientras que en el juego de la forma tonta las tarjetas con coches irán a la caja con el sol y los soles con el coche), donde las reglas cambian sólo en una dimensión, parecen ser más fáciles para los niños de 3 años de edad (Kloo y Perner, 2003). Para Perner y Lang (2002) esta tarea es más sencilla debido a que los niños no tienen que “redescribir” los objetos que hay en las cartas en diferentes momentos de la tarea (es decir, lo que era azul en la fase anterior al cambio, es una manzana en la fase posterior). Asimismo, a diferencia de la tarea de clasificación de tarjetas, las tareas inversas de discriminación condicional (Brooks et al., 2003; Perner y Lang, 2002) no implican cambio de criterios, es decir, la dimensión relevante nunca cambia. Por ejemplo, en el juego de “lo mismo” (Brooks et al., 2003), los niños tienen que colocar los aviones con la tarjeta-modelo del avión, y los perros con la tarjeta-modelo del perro; mientras que en el juego “tonto” (para Perner y Lang, sería el juego de la forma inversa) los niños deben poner los aviones con el perro, y los perros con los aviones. Por tanto, si el problema de los niños en la tarea de clasificación de tarjetas reside en su estructura de regla jerárquica (Zelazo et al., 2003), los niños de tres años deberían fallar en esta tarea, ya que implica la misma estructura lógica. Sin embargo, los resultados de estos estudios ponen de manifiesto que los niños de tres años de edad son capaces de resolver la tarea con éxito. En concreto, a diferencia de la tarea de clasificación de tarjetas planteada por Zelazo y de las tareas de discriminación condicional, el noventa y nueve por ciento de

los niños de tres años y medio de edad tuvieron éxito en las tareas de cambio inverso, y aproximadamente un setenta y tres por ciento de los niños de tres años de edad (Brooks et al., 2003). En otro experimento, Brooks utilizó dibujos de calcetines y tazas (verdes y amarillas) en lugar de líneas representando objetos (avión/perro) con la finalidad de introducir una segunda dimensión, pese a no ser relevante para la tarea (Brooks et al., 2003). Bajo esas condiciones, y pese a seguir el mismo procedimiento que en el experimento de los aviones y los perros (cambio inverso), los niños de tres años de edad cometieron más errores en esta condición que en la tarea estándar de cambio inverso. Por tanto, es probable que cuando se introduce un segundo criterio las demandas sobre la inhibición atencional para evitar la distracción aumentan, por lo que los niños cometen más errores en la misma tarea en la que habían logrado el éxito en una situación con un único criterio.

Este recorrido por algunas de las medidas habituales para el estudio del desarrollo de la función ejecutiva en cierto modo pone de manifiesto que posiblemente las tareas de cambio de una única dimensión son más fáciles (Perner y Lang, 2002; Carlson et al., 2004), y por tanto más apropiadas a niños de dos y tres años de edad, que las tareas de clasificación de tarjetas “extradimensionales”, en las que es necesaria la integración de dos dimensiones (Brooks et al., 2003).

RELACIONES ENTRE PERCEPCIÓN Y ACCIÓN

En este capítulo se recogen algunas de las aproximaciones más influyentes en el estudio de las posibles relaciones entre percepción-acción (Adolph y Berger, 2006; Bertenthal y Clifton, 1998; Gibson, 1988; Milner y Goodale, 1995; Stoffregen y Bardy, 2001), así como el desarrollo de las habilidades manuales de los niños en relación a las demandas de las tareas.

2.1. Aproximaciones teóricas a las relaciones entre percepción y acción

2.1.1. Las visiones de Piaget y Gibson

La visión convencional de percepción afirma que todas las entradas sensoriales convergen en una representación unificada que guía el pensamiento y la acción (Bertenthal y Clifton, 1998). Por otro lado, la disociación entre reconocimiento de objetos y control de acciones ha sido considerada muy importante para entender los

orígenes y el desarrollo temprano de la percepción en los niños (Bertenthal y Clifton, 1998). Respecto a esta discusión, uno de los puntos de vista predominantes ha sido durante muchos años la teoría del desarrollo sensoriomotor de Piaget, donde las percepciones están integradas en la acción (Piaget e Inhelder, 1983).

Así, para la teoría piagetiana una cuestión crucial ha sido la de considerar a la acción como el vehículo a través del que el sujeto construye el conocimiento. El peso atribuido a la acción supone situar en un segundo plano las sensaciones y percepciones. Estas afirmaciones tenían unas implicaciones revolucionarias sobre la naturaleza de la representación. Piaget argumenta que el desarrollo del conocimiento se produce cuando el niño construye activamente su experiencia, modificando su actividad según las características de los objetos o acontecimientos (acomodación), y estructurando o reestructurando su interpretación del entorno de acuerdo con la organización intelectual ya existente (asimilación). La representación es una actividad mental que surge de la actividad sensoriomotora, es decir, a través de la acción del niño sobre el entorno.

Piaget propone que el elemento básico de conocimiento es el esquema. Los esquemas son estructuras del sistema nervioso central que producen actividades motoras capaces de procesar información del entorno. Y es a través de estas formas de actuación como asignamos funciones y significado al estímulo. Los esquemas de acción, mediante los procesos de asimilación y acomodación, se modifican y, posteriormente se intercoordinan para proporcionar patrones de acción subyacentes. Desde este planteamiento, el mundo del recién nacido lo forma un flujo de imágenes perceptivas centradas en su actividad personal. Así, los objetos y acontecimientos no los considera

externos a sí mismos o como independientes de sus actividades. Además, no se considera a sí mismo ni a sus actividades situadas entre las demás cosas en el espacio y en el tiempo. En este sentido, las concepciones adultas sobre nuestro universo están completamente ausentes en la mente del niño.

Frente a esta visión, la perspectiva ecológica de Gibson plantea la existencia de una percepción directa del entorno que nos permite actuar sobre él sin el papel mediador de la representación. Su aproximación al estudio del desarrollo perceptivo de los niños enfatiza el papel del entorno y de las habilidades de éstos para detectar la información importante del mundo. Su teoría insiste en el carácter selectivo del procesamiento perceptivo y del despliegue atencional. Para ella, somos sensibles a la estructura inherente de los objetos y de los acontecimientos del mundo exterior. No obstante, esto no quiere decir que construimos copias de las cosas percibidas. Sólo a través de la experiencia y la práctica el sujeto humano puede ir aislando y atendiendo a información que siempre ha estado “ahí”. En consecuencia, el progreso en el conocimiento se debe a una sensibilidad perceptiva cada vez mayor a la información exterior, que permite una discriminación más fina entre cosas parecidas que inicialmente no distinguía. Esta diferenciación perceptiva e identificación de rasgos fundamentales los explica Gibson aludiendo a motivos cognitivos (procesos de abstracción, filtración y los mecanismos periféricos de atención). Uno de los aspectos más importantes del trabajo de Gibson (1979) ha sido el reconocimiento de las *affordances*, o propiedades del medio precisadas sólo por un sujeto y por su repertorio conductual para una acción concreta (Gibson y Pick, 2000; van Hof, 2005). A este respecto, resulta fundamental la habilidad de los niños para descubrir nuevas *affordances*, así como su habilidad para diferenciar y

analizar la información invariante del entorno. Desde esta perspectiva, la percepción y la acción están estrechamente relacionadas, e incluso se plantean como inseparables (van Hof, 2005), de tal modo que la acción está precedida por la percepción de un tipo concreto de propiedad del entorno, que no necesita ser inherente a un objeto, es decir, una *affordance* (Chemero, 2001). En esta relación, la estimulación del entorno puede llevar a la sensación o a la percepción, pero nunca directamente a la acción (Chemero, 2001). Los niños se encuentran con el mundo a través de la exploración, y ésta les permite conocer información acerca de personas, objetos, situaciones y lugares, y sobre lo que éstos ofrecen para la acción.

Asimismo, la visión ecológica conecta las aptitudes o capacidades perceptivas con la información disponible en el mundo de la persona que percibe y que actúa. Desde esta perspectiva la información sensorial es suficiente para una percepción precisa, siendo directa sin necesitar de otro tipo de información externa a la sensorial (Stoffreggen y Bardy, 2001). Los sistemas sensoriales evolucionan en interacción con los sistemas motores, siendo la evolución del sistema motor imposible sin la coevolución de los sistemas sensoriales (Smitsman, 2001). Por tanto, los sentidos son sistemas activos (Gibson, 1979) que sirven para recoger información del entorno. La mayoría de los sistemas perceptivos proporcionan tanto información propioceptiva como exteroceptiva, lo que implica que los niños aprenden a diferenciar la información perceptiva específica de sí mismos de la específica del entorno (Gibson y Schmuckler, 1989). Es decir, lo percibido lleva al sujeto a actuar de una determinada manera en función de las propiedades de los objetos o del entorno.

En este sentido, la información visual sirve para especificar lo que un objeto permite en términos de acción (Olmos, 2000), para proveer a la persona que percibe de información sobre objetos, situaciones y sobre la distribución espacial, aspectos sobre los que debe pensar y actuar (Kellman y Arterberry, 2006). En definitiva, Gibson propone que la percepción y la acción forman un circuito continuo en el que “debemos percibir para movernos, pero también debemos movernos para percibir” (Gibson, 1979), por lo que todas las conductas coordinadas espacial y temporalmente necesitarán de la conexión entre percepción y acción. Por tanto, el aprendizaje perceptivo permite diferenciar los aspectos que integran la información, lo que a su vez facilita la reducción de una cantidad amplia e indiferenciada de información a una mínima y óptima que especifica las *affordances* de una situación concreta (Gibson y Pick, 2000).

Desde esta perspectiva, el concepto de percepción es inseparable del concepto de ambiente y del concepto de acción, enfatizando la naturaleza activa y exploratoria de la percepción (Gibson, 1979), donde la exploración implica la combinación entre acciones y percepción, permitiendo a los niños aprender a percibir qué acciones son apropiadas en una situación concreta (van Hof, 2005). Es decir, a través de la información perceptiva los niños pueden guiar sus movimientos para adaptarse a las condiciones del entorno (von Hofsten, 2003, 2004). Otro de los autores que ha centrado gran parte de sus esfuerzos en el estudio de las relaciones entre percepción-acción, destacando el papel de los sistemas de acción ha sido Reed (1982). Este interés se dirige a destacar la mutua dependencia entre percepción y acción (Smitsman, 2001), así como el carácter activo de percibir y el carácter receptor de la acción. En este sentido, la percepción permite que la acción se planifique y esté orientada al entorno haciendo que sea

proactiva en lugar de reactiva, es decir que la actividad esté dirigida a la meta (Adolph y Berger, 2006).

2.1.2. Percepción y acción: ¿relaciones recíprocas?

En contra de este papel activo de la percepción, Marr (1982) plantea una percepción “pasiva”, en la que el comportamiento externo de los sujetos tiene poca relevancia y el papel de la representación es fundamental. Desde esta perspectiva, la visión es “una tarea de procesamiento de la información”, de modo que las representaciones internas de esa información se utilizarán para la toma de decisiones en los pensamientos y acciones (Marr, 1982, citado en Goodale y Humphrey, 1998).

Por otro lado, Michaels ha definido la percepción como el medio para detectar información del entorno, y la acción como un movimiento dirigido a la meta, observable y delimitado temporalmente que conlleva intención, detección de información, y una evidente relación entre la información y el movimiento (Michaels, 2000). Además propone que la información perceptiva sobre el tipo de movimiento necesario en una situación concreta es fundamentalmente diferente a las acciones “reales” llevadas a cabo por el sujeto. En contra de este planteamiento, Smeets y Brenner (2001) han sugerido que incluso el simple movimiento de presionar un botón como reflejo de un juicio perceptivo implica intencionalidad y detección de información (p. e., corrección de posibles errores durante la ejecución), así como una evidente relación entre la información perceptiva y el movimiento. En cualquier caso, la distinción no debería centrarse en la dicotomía entre percepción y acción, sino más bien en el tipo de

información usada en la tarea, independientemente de si el objetivo de esa tarea es perceptivo o de acción (Smeets y Brenner, 2001).

Otro de los modelos que ha abordado las relaciones entre percepción y acción es el propuesto por Milner y Goodale (1995), donde se plantea la existencia de dos sistemas visuales funcionalmente diferentes pero que interaccionan entre sí (Goodale y Humphrey, 1998; Milner y Goodale, 1995). Una de estas funciones está vinculada a la creación de percepciones del contexto, que permiten el reconocimiento de objetos y de sus interrelaciones, y que conforman la base para los componentes cognitivos; mientras que la otra función está relacionada con el control de las acciones dirigidas a esos objetos, es decir, la visión entendida como guía de la acción a través de la transformación de la información visual entrante en respuestas motoras adecuadas (Goodale y Humphrey, 1998; van der Kamp y Savelsbergh, 2000). La evolución de estos sistemas se refleja en la organización de las trayectorias visuales en el córtex cerebral, idea que fue inicialmente propuesta por Ungerleider y Mishkin (1982). Estos autores plantearon que la información que surge en el córtex visual se canaliza fundamentalmente a través de dos trayectorias, esto es, la corriente dorsal con proyecciones al córtex parietal posterior, que es responsable de la localización de objetos en el espacio, y la corriente ventral con proyecciones al córtex temporal inferior, que juega un papel importante en la identificación visual de objetos. De igual modo, a partir de estudios con primates y humanos, Goodale ha planteado una distinción similar entre “visión para la percepción” y “visión para la acción”, que es evidente en la propia organización de las trayectorias visuales del córtex cerebral, identificándose dos amplias “corrientes” con proyecciones a otras regiones. En concreto, se identifica una corriente

ventral con proyecciones desde el córtex visual primario hasta el córtex temporal inferior, que está implicado en la identificación de objetos y en la formación de planes de acción, y una corriente dorsal con proyecciones al córtex parietal posterior, que proporciona control online de los movimientos necesarios para ejecutar esos planes (Milner y Goodale, 1995; van Doorn, van der Kamp, y Savelsbergh, 2007). En general, la “selección” de los objetos de meta apropiados y de la acción a realizar depende de los mecanismos perceptivos de la corriente ventral, mientras que la “ejecución” de la acción dirigida a meta es posible a través de los sistemas de control on-line de la corriente dorsal (Goodale, 2008; Goodale y Humphrey, 1998; Goodale y Milner, 2004; Milner y Goodale, 1995).

Estas “corrientes” procesan información sobre la estructura de los objetos y sobre su localización espacial, trabajando de forma conjunta para lograr un comportamiento adaptado (Goodale, 2008), bajo la influencia “moduladora” de la atención (Goodale y Milner, 2004; Milner y Goodale, 1995). En relación a esto Boudreau ha planteado una disociación entre una atención dirigida al conocimiento versus una atención dirigida a la acción, para explicar la vinculación entre percepción-acción. Desde esta perspectiva, la distribución de la atención supone un factor importante en el desarrollo de la relación entre acción y percepción, de modo que cuando los recursos de procesamiento mental se centran en el movimiento, la discriminación perceptiva se ve comprometida; de igual modo que cuando los recursos de procesamiento se dirigen al estado de meta, se ven afectadas la planificación motora y la ejecución (Boudreau y Bushnell, 2000).

De igual modo, esos dos sistemas a nivel neuronal están interconectados, lo que permite una comunicación y cooperación entre ellos (Goodale y Humphrey, 1998; Milner y Goodale, 1995), de tal forma que la activación simultánea proporciona una experiencia visual (a través de la corriente ventral) durante la ejecución de una acción diestra (mediada por la corriente dorsal). Por tanto, cuando se selecciona un objeto para una acción dirigida a meta, tanto el sistema ventral como el sistema dorsal procesarán la información visual entrante de forma simultánea, por lo que la división evidente de las funciones de los sistemas de acción y percepción reflejan más bien el papel complementario que esos dos sistemas juegan en la producción de un comportamiento adaptado (Goodale y Humphrey, 1998).

Desde esta perspectiva, cada trayectoria utiliza la información sobre el medio de forma diferente. La corriente ventral transforma la información visual en representaciones perceptivas que reflejan las características físicas de los objetos y sus relaciones, y que permiten identificar objetos, darles significado y establecer relaciones causales, mientras que las transformaciones de la corriente dorsal están vinculadas a la información relativa a la localización y disposición de los objetos en el espacio con respecto al sujeto, permitiendo mediar en el control visual de las acciones dirigidas a meta (Milner y Goodale, 1995). Por tanto, el procesamiento de la información sobre las características de los objetos (p. e., tamaño, forma, orientación o localización espacial) se lleva a cabo a través de ambas trayectorias, difiriendo únicamente la naturaleza de ese procesamiento. Es decir, la distinción funcional entre la corriente ventral y la corriente dorsal reside principalmente en la forma en la que la información visual sobre diferentes aspectos de un objeto se transforma bien con propósitos perceptivos, o bien

para el control de las acciones dirigidas a meta (Goodale y Humphrey, 1998). Se trata, por tanto, de trayectorias neuronales separadas para transformar la información visual entrante para la acción y/o para la percepción (Milner y Goodale, 1995).

Una de las cuestiones importantes que permanece sin respuesta es cómo estas dos corrientes interactúan entre ellas y con otras regiones del cerebro en la producción de un comportamiento intencional (Milner y Goodale, 1995, 1998). En relación a esto, DeLoache ha sugerido los errores de escala que los niños pequeños cometen pueden reflejar una cierta inmadurez en la interacción entre la corriente ventral y dorsal, es decir, los errores se producen cuando la información sobre la identidad de un objeto, que había sido procesada por el sistema ventral no se integra con la información sobre su tamaño procesada a través del sistema dorsal (DeLoache et al., 2004). Es decir, es posible que la información visual en ciertas ocasiones no se integre en la toma de decisiones para actuar con el objeto, sino que se utiliza para guiar la acción (Ware, Uttal, Wetter y DeLoache, 2006).

En este sentido, los errores de escala de los niños pequeños pueden ser un buen indicador de las dificultades para integrar percepción y acción cuando se modifica el tamaño real de los objetos, convirtiéndolos en réplicas en miniatura (DeLoache et al., 2004). En concreto, estos autores han propuesto que los errores de escala probablemente ponen de manifiesto una combinación de inmadurez en control inhibitorio y en la integración de la información visual procesada a través de la corriente dorsal y ventral, de tal modo que la información visual de la réplica en miniatura activa la representación

del niño de los objetos grandes con los que había interactuado previamente (DeLoache et al., 2004).

Asimismo, es posible que en ocasiones la información disponible sobre el tamaño del objeto no sea útil para inhibir la representación motora activada, por lo que el niño formará un plan de acción basado en el objeto original, pero durante el proceso de resolución será capaz de utilizar la información visual sobre el tamaño real de la réplica para calibrar los movimientos dirigidos hacia éste (DeLoache et al., 2004; Ware et al., 2006). Por tanto, los errores de escala implican un problema general de integración de la información visual para planificar y controlar acciones, de manera que los niños planifican su acción en base a la representación almacenada del objeto y a la corrección on-line de los movimientos que integran esta acción usando la información visual disponible (Ware et al., 2006).

Desde el ámbito del desarrollo motor gran parte de los estudios realizados se han fundamentado en estas posibles dinámicas entre percepción-acción, teniendo en cuenta que sólo a través de la información perceptiva el niño puede guiar sus movimientos de forma adaptativa (Adolph y Berger, 2006). De igual modo, las diferentes conductas motoras de los niños pueden llevarles a percibir las características de los objetos y de la tarea, adaptando sus acciones en función de esa nueva información, es decir, la percepción tiene lugar a través de la propia acción y lo percibido puede llevar a una reorganización del comportamiento inicial. Por esta razón, los niños pueden percibir una propiedad específica de una situación en relación con su conducta motora, pero no como una propiedad exclusiva de la situación (Adolph, 1997). Desde esta perspectiva, el

desarrollo motor es entendido como una secuencia de hitos posturales (sentarse, gatear, andar, etc.) y cada uno de éstos estaría constituyendo un sistema de percepción-acción.

En este sentido, Angulo-Barroso ha sugerido recientemente que la actividad motora está interrelacionada con varios dominios, que incluyen percepción, cognición y emoción, donde la información perceptiva permite ajustar o adaptar eficazmente la ejecución de movimientos, y la actividad motora influye en esas habilidades perceptivas (Angulo-Barroso y Tiernan, 2008). Se trata, por tanto, de un proceso cíclico de percepción-acción, donde se dan correlaciones entre la información generada de percibir y actuar (Gibson, 1988), y donde la exploración y la selección son dos procesos necesarios que subyacen a la aparición de nuevos comportamientos (Angulo-Barroso y Tiernan, 2008).

Para Adolph, los niños son capaces de modificar su actividad exploratoria y sus patrones motores en función de determinadas restricciones que se añaden a la tarea (Adolph, 1995; Adolph y Avolio, 2000; Berger y Adolph, 2003). Por ejemplo, en una tarea de desplazamiento por una pendiente que variaba en inclinación, observaron que los niños intentaron bajar y subir la rampa cuando percibieron la inclinación de ésta como “segura”, evitando hacerlo en aquellos casos en los que aumentaba la inclinación, y por ende el riesgo de caída. Asimismo, hallaron diferencias entre el porcentaje de intentos de subida y bajada, así como el uso de diferentes patrones de caminar dependiendo de si la acción era de bajada o de subida, buscando otras alternativas o con cambios exploratorios (p. e., cambiar de posición) cuando la inclinación fue mayor, lo que refleja la percepción de las posibilidades a caer en cada situación (Adolph, 1995;

Adolph y Avolio, 2000). Desde este punto de vista, la percepción permite que las acciones sean planificadas de forma eventual y orienta la acción hacia el entorno, mientras que las acciones completan el “bucle” percepción-acción generando información para los sistemas perceptivos (Adolph y Berger, 2006).

Asimismo, Adolph ha sugerido que la información perceptiva es un requisito clave para la flexibilidad conductual (Adolph et al., 2008). Desde edades muy tempranas los niños muestran comportamientos flexibles con respuestas adaptativas al contexto, donde los cambios flexibles en las conductas motoras se controlan de manera anticipada en base a la información perceptiva relacionada con las demandas y características de la tarea.

La adquisición de la flexibilidad requiere de un período de experiencia en el que los niños aprenden a reconocer la información perceptiva relevante, y a usar esa información para responder de manera adecuada. En relación a esto, Corbetta ha planteado que aunque las habilidades de solución de problemas de los niños pequeños están limitadas por la falta de desarrollo de sus habilidades cognitivas y de coordinación motora, existe cierta flexibilidad y potencial en los sistemas cognitivo y motor que les permite aprender y adaptar sus respuestas a las demandas de la tarea antes de lo que se piensa (Bojczyk y Corbetta, 2004; Clearfield et al., 2009; Corbetta et al., 2008). En concreto, encontraron que los niños son capaces de aprender secuencias de acción y de consolidar estrategias de recuperación del objeto con un uso complementario de las dos manos antes del final del primer año de edad, cuando son expuestos de forma repetida a una misma secuencia de interacción con los objetos, es decir, a través de la exploración.

La exploración implica la conexión entre la acción y la percepción, de tal modo que los niños aprenden a percibir qué acciones son apropiadas a una determinada situación (van Hof, 2005). En este sentido, el estudio de Corbetta pone de manifiesto que los niños tienen la capacidad necesaria para desarrollar habilidades de medios-fines efectivas a través de la exploración, incluso cuando la tarea requiere habilidades de planificación desafiantes e impone restricciones mayores para el patrón de movimiento (Bojczyk y Corbetta, 2004). Los comportamientos exploratorios de los niños proporcionan la información on-line necesaria para evaluar las restricciones en la acción y encontrar una solución adecuada (Adolph et al., 2008). Además, con la mejora de la exploración manual, los niños no son tan dependientes de la exploración visual simultánea, complementándose ambas (Olmos, 2000). Los movimientos están integrados en un ciclo continuo de percepción y acción en el que las acciones actuales proporcionan el feedback para decidir qué es lo próximo que hay que hacer. Por tanto, los movimientos pueden servir tanto para conseguir información como para solucionar la tarea (Adolph et al., 2008).

Desde las proposiciones sobre la conducta de Newell, la interacción entre las limitaciones del entorno y de la tarea con las limitaciones del organismo determina las capacidades de acción del organismo en un espacio y tiempo determinados (Newell, Scully, McDonald y Baillargeon, 1989). Esta interacción también influye en cómo los niños perciben su entorno, cuando esta interacción es dependiente de las capacidades de acción del niño (van Hof, 2005). Sin embargo, normalmente se ha obviado una “restricción” clave en el desarrollo del comportamiento adaptado de los sujetos, esto es, el grado en el que los niños son capaces de controlar sus movimientos. A este respecto,

van Hof ha propuesto que si las *affordances* del entorno dan información sobre la acción que se puede realizar, de igual modo su percepción debe estar limitada por los movimientos que el niño puede realizar (van Hof, 2005). Con respecto a esta idea, Ruff (1984) encontró que con la edad los niños son capaces de ajustar su comportamiento motor a las características de los objetos, reflejando un mayor control motor, lo que a su vez les lleva a adquirir información de forma más sofisticada. Por tanto, la capacidad de los niños para atender a rasgos específicos de los objetos y para explorar lo novedoso aumenta de forma progresiva con la edad, de manera que los niños son capaces de ajustar sus acciones a las características de los objetos. Por tanto, “la competencia motora se expresará en acciones, y las acciones se basarán en la percepción espacial y en las anticipaciones a los estados de meta” (Örnkloo y von Hofsten, 2007).

Uno de los avances importantes para la comprensión de la conexión entre percepción y acción en la infancia proviene de una serie de estudios que han explorado la estructura y organización de la prensión de los niños y de las tareas de recuperación del objeto. Desde el comienzo de la conducta de alcance en torno a los 4 meses y medio de edad los niños muestran una importante habilidad en la coordinación de la entrada visual con las demandas motoras (Berthier, 1996; Thelen, Corbetta, y Spencer, 1996; von Hofsten, 1991). Estos estudios han demostrado que los niños son capaces de controlar los factores biomecánicos, las perturbaciones de movimientos auto-generados, las demandas de la visibilidad del objeto, y las demandas variantes de las propiedades del objeto y de las dinámicas de la tarea (Corbetta, 2009). Por tanto, es necesario tener en cuenta la contribución de nuevas habilidades motoras para entender el desarrollo perceptivo, así como la contribución de las habilidades perceptivas para entender el

desarrollo motor, es decir, la percepción mejora con la experiencia y los cambios en la ejecución ofrecen al niño la oportunidad para percibir los objetos o las situaciones de diferente forma (Bertenthal y Clifton, 1998).

En este sentido, Bremner propuso que inicialmente la acción está guiada por el conocimiento funcional que surge de la exploración por ensayo-error; sin embargo, en sí misma, la acción sirve para perfeccionar la conciencia perceptiva, y finalmente llegar a enlazar directamente con el conocimiento físico (Bremner, 2000). Por tanto, el problema de los niños en situaciones que demandan atención y percepción (p. e., la tarea de recuperación del objeto) no reside en la organización de una acción adecuada para recuperar el objeto, sino más bien en el uso de la información referente a la existencia constante del objeto para guiar esa acción (Bremner, 2000).

Desde la aproximación ecológica, el control del movimiento requiere de una interacción adecuada entre las variables de información y las del movimiento, ya que en general, las variables de información seleccionadas para regular el control del movimiento difieren en el grado de utilidad para una tarea (van Hof, 2005). Uno de los factores que puede afectar al desarrollo del control de los movimientos es un cambio hacia la regulación de la acción con una variable de información más útil, de modo que aprender a actuar supone un cambio en las variables de información usadas para controlar los movimientos (Savelsbergh y Van der Kamp, 2000).

Recientemente, Mounoud ha planteado que el análisis perceptivo, especialmente a través del sistema visual, proporciona una estructura perceptiva de los objetos muy detallada en relación a sus propiedades de tamaño, forma, posición relativa en el

espacio, etc., sin embargo no aporta información sobre la naturaleza de las propiedades esenciales del objeto, esto es, sobre cómo se puede interactuar con él o cómo se puede transformar (Mounoud, Duscherer, Moy y Perraudin, 2007). En relación a esto, Gallese ha sugerido que los objetos adquieren significado sólo cuando se asocian con acciones ejecutadas o planificadas (Gallese, Fadiga, Fogassi, y Rizzolatti, 1996). Por tanto, el significado de un objeto se define a través de las acciones que potencialmente puede permitir y a través de las transformaciones que potencialmente puede sufrir por la realización de varias acciones sobre él. Sin embargo, esto no quiere decir que cuando se tiene en cuenta la meta de la acción se deja de prestar atención al papel de los procesos perceptivos, sino más bien permite establecer una conexión causal entre percepción y acción, explicando cómo se construye el significado a partir de la información percibida, esto es, a partir de las transformaciones que se producen en el entorno por la acción.

Desde esta perspectiva, las metas de la acción son la base para la percepción de las propiedades funcionales de los objetos, es decir, explican cómo los niños atribuyen significado a los objetos y a las acciones. Por tanto, la percepción de un objeto parece “preparar” al sujeto para las interacciones potenciales con el mismo, activando las correspondientes representaciones mentales. Asimismo, se propone la existencia de relaciones recíprocas entre las representaciones del objeto y la acción, que se pueden activar a través de la observación directa de las acciones correspondientes o a través de la evocación de las representaciones subyacentes por medio del lenguaje o del pensamiento. Además, Mounoud ha planteado que es posible que las relaciones entre representación del objeto y la acción pueden estar integradas en dos trayectorias

diferentes, una perceptivo-motora y otra conceptual, por lo que la selección de una determinada herramienta para realizar una acción puede basarse en la trayectoria perceptivo-motora que se establece entre las representaciones del objeto y la acción, o bien en el conocimiento previo sobre el mundo y las propiedades funcionales de los objetos (Mounoud et al., 2007).

Por último, desde la teoría de codificación del evento se ha sugerido que las representaciones cognitivas están al servicio no sólo de representaciones funcionales como la percepción, la memoria o la planificación, sino también con funciones relacionadas con la acción. Es decir, las representaciones de los estímulos que subyacen a la percepción y las representaciones de la acción que subyacen a la planificación de la acción se codifican y almacenan de forma conjunta. Desde este marco teórico, la percepción y la acción no son procesos funcionalmente separables, sino procesos que están fuertemente relacionados y que comparten un dominio representacional común (Hommel, Müsseler, Aschersleben, y Prinz, 2001). En contra de esta perspectiva, las aproximaciones del procesamiento de la información han postulado que existe un flujo de información de la percepción a la acción en el que hay poco contacto entre ambos dominios. Destacan el aspecto selectivo, de modo que para realizar una acción dirigida a meta es necesaria la selección perceptiva de la información sobre aspectos específicos del entorno, mientras se ignoran otros aspectos de la misma. En este sentido, los mecanismos perceptivos son entendidos como parte de una “arquitectura funcional” cuyo resultado es la acción adaptada (Hommel et al., 2001).

2.2. Desarrollo de las habilidades manipulativas

Como se ha señalado en el apartado anterior, existe una evidente relación entre percepción y acción en el desarrollo del comportamiento adaptado de los sujetos. En este sentido, se ha planteado que la manipulación de objetos probablemente es el medio que facilita al sistema visual el procesamiento perceptivo de los mismos, es decir, la exploración es fuente de información sobre los objetos y el entorno (Ruff, 1984). En relación al desarrollo de la conducta exploratoria, Ruff ha encontrado que los niños son capaces de ajustar la “cantidad” de exploración manipulativa en función de las características de los objetos, a través de una manipulación más focalizada en el objeto y más precisa (Ruff, 1984). Por ejemplo, la rotación del objeto en sus manos les permite observarlo en movimiento desde diferentes perspectivas, lo que a su vez posiblemente facilita la percepción y el aprendizaje sobre sus características estructurales.

El alcance, el agarre y la manipulación de objetos son importantes funciones de la mano, donde la extensión de la mano para agarrar un objeto combina dos componentes del movimiento, esto es, alcance y formación del agarre. El alcance implica codificar parámetros espaciales tales como la dirección y la amplitud, y parámetros temporales, como la velocidad; mientras que la preformación y apertura del agarre supone adaptarse al tamaño y forma del objeto, y enlaza con el alcance. Así, durante el alcance, el dedo índice y el pulgar se abren hasta un máximo de apertura que está linealmente relacionado con el tamaño del objeto (Franz, Gegenfurtner, Bulthoff, y Fahle, 2000). Experimentos con primates sugieren que en la planificación del alcance y

en la formación del agarre están implicados diferentes sistemas neuronales, de tal modo que la posición del brazo y la preformación del agarre parecen codificarse principalmente en diferentes áreas del córtex premotor con conexiones a distintas regiones del lóbulo parietal posterior. Además, el alcance está organizado bilateralmente, por lo que puede estar dirigido por el hemisferio cerebral ipsilateral, mientras que el agarre preciso depende de la integridad de vías cortico-espinales cruzadas proyectadas desde el córtex motor contralateral (Kuhtz-Bushbeck, Stolze, Johnk, Boczek-Funcke e Illert, 1998). Independientemente de estas diferencias a nivel estructural, el alcance y la formación del agarre deben estar coordinados de forma precisa para asegurar una prensión eficiente.

Los primeros alcances dirigidos a la meta, surgen en torno a los cuatro meses de edad (von Hofsten, 1991). Estos primeros alcances funcionales de los niños manifiestan trayectorias que están constituidas por diversos segmentos de aceleración-deceleración, siendo en un principio torpes e imprecisos. Tras este período, las cinemáticas de la mano mejoran rápidamente; de hecho, se ha encontrado que a los nueve meses de edad la direccionalidad del movimiento es más precisa en su aproximación al objeto y disminuye el número de unidades de movimiento por alcance (von Hofsten, 1991). De igual modo, los niños tienden a ajustar el tamaño de su apertura de agarre al tamaño del objeto, pero la preformación está menos diferenciada que en el agarre maduro y menos coordinada con el alcance (von Hofsten y Rönnqvist, 1988).

En este proceso, el desarrollo de los movimientos independientes de los dedos depende del control de los músculos intrínsecos de la mano y de los dedos (Schieber,

1995) y forma la base para la manipulación de objetos pequeños y delicados. También permite a los niños desarrollar de forma gradual varios patrones de agarre, adaptándose a los requisitos de fuerza y precisión (Napier, 1956; Newell y McDonald, 1997). La mejora de los movimientos manuales intrínsecos y de los movimientos independientes de los dedos sigue un proceso lento en comparación con el desarrollo de nuevos patrones de agarre. Asimismo, durante la manipulación de objetos los niños deben ajustarse tanto a las características físicas del objeto como a sus características espaciales y temporales (Lockman, Ashmead, y Bushnell, 1984; von Hofsten y Rönnqvist, 1988). Bertenthal ha propuesto que con la edad los niños ajustan su comportamiento y sus acciones a las características de los objetos, lo que refleja un mayor control motor, en concreto durante el primer año los movimientos del brazo son progresivamente más flexibles y precisos (Bertenthal y Clifton, 1998).

Por lo tanto, el control manual va a depender en gran medida de las propiedades del objeto percibidas, es decir, el control perceptivo de acciones depende de la sensibilidad de los sistemas perceptivos y de la funcionalidad de las sinergias de las respuestas motoras (Bertenthal y Clifton, 1998). Cuando simples acciones como agarrar se practican y se repiten, llegan a estar mejor coordinadas y controladas, y la información perceptiva necesaria para este control se detecta con una mayor especificidad. Además, las mejoras en la diferenciación perceptiva permiten a los niños mayor control sobre sus acciones (Bertenthal y Clifton, 1998). El niño aprende a ajustar las dinámicas intrínsecas de los movimientos del brazo y de la mano a la tarea a través de la exploración. Independientemente de la edad, los niños muestran sensibilidad y adaptación a las propiedades de un objeto a través de la interacción háptica y visual.

Asimismo, aumenta progresivamente la habilidad para la utilización de ciertos agarres, cuyo desarrollo está muy vinculado a la adquisición de habilidades bimanuales. Este tipo de alcance sólo es necesario para objetos que resultan demasiado grandes para la mano que agarra (Smitsman, 2001) o cuando las demandas de la tarea están determinando la forma de alcance (Newell et al., 1989).

Por tanto, los cambios flexibles en las conductas motoras se controlan de manera anticipada en base a la información perceptiva que está relacionada con las demandas y características de la tarea (Adolph et al., 2008), de tal modo que las acciones adaptativas y funcionales implican movimientos que deben seleccionarse y modificarse en base a las demandas de la situación actual (Gibson y Pick, 2000). En relación a esto, los niños no aprenden soluciones concretas a problemas familiares, sino más bien aprenden a descubrir nuevas soluciones para nuevos problemas (Adolph et al., 2008), de manera que con la práctica y la experiencia llegan a controlar mejor la dirección de sus alcances y a anticipar la forma que su mano debe adoptar para agarrar (Bertenthal y Clifton, 1998), así como a desarrollar nuevas estrategias de recuperación del objeto con un uso coordinado de sus manos (Bojczyk y Corbetta, 2004).

En este sentido, las restricciones de la tarea vinculadas al tamaño y forma del objeto pueden afectar al tipo de agarre realizado por los niños a todas las edades, observándose una fuerte progresión en la frecuencia y habilidad con la que los niños emplean varios agarres (Bertenthal y Clifton, 1998). Este es un aspecto importante a tener en cuenta a la hora de analizar cómo esas diferencias en el tipo de agarre utilizado podrían estar influyendo en la ejecución del sujeto de la tarea, ya que en la conducta de

agarre la mano tiene que ajustarse a la orientación del objeto en el espacio, y la configuración de los dedos y del pulgar va a depender de la forma y del tamaño del objeto (Lockman et al., 1984). A este respecto, Newell ha sugerido que los diferentes tamaños de los objetos constituyen restricciones de la tarea, que influyen en la selección del tipo de agarre en niños y adultos de forma similar (Newell et al., 1989). En su estudio encontraron que la orientación de la mano y la preparación del agarre guiado por información visual, llega a ser parte del alcance aproximadamente hacia el comienzo del alcance dirigido a la meta. Asimismo, observaron que la mejora de la preparación del agarre se da en los meses siguientes al inicio de dicho alcance dirigido a la meta.

A medida que los sujetos son capaces de llevar a cabo movimientos más coordinados de sus manos y sus dedos, su destreza manual mejora sustancialmente (Manoel y Connolly, 1998). En torno a los tres y los cinco años de edad, los niños experimentan un importante avance en el desarrollo de las habilidades motoras finas y de la destreza manual. De igual modo, pese a que los dos primeros años de edad conforman un período de fluctuaciones e inconsistencias esta inestabilidad parece disminuir durante los años preescolares, con un aumento además de la dominancia manual diestra. (Fagard y Lockman, 2005; Fagard y Marks, 2000; Connolly y Elliott, 1972). Este efecto de la edad en la preferencia manual de los niños puede depender, entre otros factores, del tipo de tarea que el niño tiene que realizar. De hecho, es posible que los niños experimenten diferentes patrones motores en función de la meta y restricciones de la tarea (Marschik, Einspieler, Strohmeier, Garzarolli, y Prectl, 2007). Diferentes estudios han puesto de manifiesto que el uso de un determinado patrón de agarre suele estar basado en rasgos externos tales como el tamaño, forma y rigidez del

objeto a manipular (Butterworth y Hopkins, 1993; Elliott y Connolly, 1984; Gentilucci, 2002; Santello, Flanders y Soechting, 2002), por lo que las propiedades extrínsecas de los objetos son determinantes para el patrón de agarre usado (Wong y Whishaw, 2004).

En este sentido, la dominancia manual constituye también un proceso dinámico en el que las preferencias motoras interactúan con las demandas de la tarea, siendo probablemente dependiente de la atención relacionada con la tarea (Marschik, Einspieler, Strohmeier, Plienegger, Garzarolli y Prechtl, 2008; Leconte y Fagard, 2006). El estudio del desarrollo de la preferencia manual en niños generalmente se ha llevado a cabo a través del análisis de la frecuencia de uso de una mano frente a la otra en la ejecución de alcances unimanuales, comparando la tendencia observada con el uso diferenciado y complementario de una mano con respecto a la otra en tareas de manipulación bimanual (Marschik et al., 2008; Fagard y Lockman, 2005; Fagard y Marks, 2000). Asimismo, esa preferencia se ha analizado en función de la localización del objeto en el espacio, es decir, a través del porcentaje de alcances ipsilaterales versus alcances contralaterales de los sujetos. El hecho de que a medida que aumenta la edad, los niños utilicen una estrategia menos flexible que los niños en edad preescolar para la elección de una mano y que lleven a cabo mayor número de cruces de la línea media del cuerpo con la mano preferente, podría estar relacionado con el mayor uso de su mano dominante en la escritura (Leconte y Fagard, 2006). Por tanto, la selección manual puede verse como una función del nivel relativo de control que se puede conseguir en el uso de una mano en comparación con la otra (Leconte y Fagard, 2006), de modo que debe entenderse como un comportamiento flexible dependiente de la tarea y del contexto, más que como un rasgo invariante del comportamiento motor. Por tanto, esta

preferencia además de estar influida por factores biológicos, interacciona con factores de la tarea, tales como localización, tamaño y forma del objeto, así como con el nivel de destreza o precisión manual requerido para la ejecución de la tareas (Pryde, Bryden y Roy, 2000; Leconte y Fagard, 2006).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

4.1. Introducción

En apartados anteriores se ha comentado como el creciente interés por el desarrollo de la función ejecutiva en niños pequeños ha llevado al diseño de diversas medidas de evaluación y a su conceptualización desde diferentes perspectivas teóricas, entre las que sigue existiendo una falta de consenso sobre los procesos que subyacen o integran este constructo. Sin embargo, parece existir un acuerdo general que destaca la vinculación de la función ejecutiva con procesos cognitivos que son necesarios en situaciones nuevas o complejas en las que el sujeto debe ser capaz de adaptar su comportamiento de forma flexible a las demandas del contexto para la consecución de una meta. En este sentido, el concepto de flexibilidad implica descubrir nuevas soluciones a nuevos problemas en una situación específica en respuesta a las demandas

de la misma, es decir, la capacidad para adaptarse a los requisitos de una tarea para alcanzar un objetivo.

Desde esta perspectiva, las medidas para evaluar la función ejecutiva en niños pequeños deben diseñarse sobre la base de los posibles procesos implicados en su desarrollo, así como tener en cuenta las capacidades reales de resolución del sujeto en ese momento evolutivo. En la actualidad existe un amplio conjunto de tareas de conflicto y cambio que se han diseñado para integrar esos procesos y observar la continuidad de esas habilidades desde la infancia hasta el final de la etapa preescolar a medida que la complejidad de las reglas aumenta (Diamond y Taylor, 1996). Sin embargo, la revisión teórica realizada sobre las medidas de función ejecutiva evidencia un “salto metodológico” a partir de los dos primeros años de edad, de tal modo que no sólo se varía la complejidad de las reglas, sino que la información verbal se convierte en un aspecto crucial en el proceso de resolución. Es decir, mientras que hasta los dos años de edad los estudios de función ejecutiva se centran en la implementación de tareas con un fuerte componente perceptivo-motor, en las que el comportamiento exploratorio resulta ser una herramienta fundamental para la consecución de la meta (p. e., tarea de recuperación del objeto), a partir de ese período se aboga por otras tareas en las que el comportamiento del sujeto está supeditado exclusivamente al seguimiento de una serie de instrucciones o reglas verbales que deben manipularse mentalmente (p. e., tarea estándar de clasificación de tarjetas con cambio dimensional). En este último bloque de tareas, los niños no tienen la posibilidad de corregir sus errores durante el proceso de resolución, ya que las características de las mismas no les ofrecen el feedback necesario para ser conscientes de su error y en consecuencia modificar su respuesta inicial, a pesar

de que la corrección de errores es un aspecto clave en la solución de problemas y, por tanto, en el desarrollo de la función ejecutiva. Asimismo, este tipo de tareas suelen implicar situaciones o planteamientos abstractos, que toman forma de reglas verbales y que posiblemente no tengan el mismo significado para el sujeto que otras en las que él mismo forma parte de las mismas como agente activo en la construcción de las estrategias para alcanzar la meta.

Desde el ámbito de la psicología cognitiva y de la neuropsicología, las medidas que se han utilizado para la evaluación de la función ejecutiva en niños se han derivado o adaptado de tareas utilizadas en la evaluación de pacientes con lesiones en el lóbulo frontal, por lo que en ocasiones pueden ser poco realistas en relación a las capacidades globales de los sujetos a edades tempranas. No se trata de modificar el tipo de estímulos para reducir la complejidad de las mismas, sino más bien de diseñar tareas específicas en las que se tenga en cuenta la “forma de funcionar” de los niños, es decir, partir de supuestos reales sobre las capacidades de los sujetos en cada momento evolutivo. Este desajuste entre lo que el niño es capaz de hacer o lo que sabe y los requisitos implícitos en las tareas de función ejecutiva se puede entender en la medida que, desde esas disciplinas, algunos autores han atribuido determinadas capacidades a los niños pequeños que sólo se adquieren o se evidencian a edades más avanzadas. Por ejemplo, Zelazo ha llegado a afirmar que los planes de los niños corresponden a reglas que “formulan en un habla silenciosa auto-dirigida” (Zelazo y Müller, 2002), de tal modo que tienen menos dificultades para organizar sus procesos cognitivos a través de un lenguaje regulador. Desde esta perspectiva, el éxito en la tarea del error A-no-B a partir de los dos años de edad, independientemente del tiempo de demora entre la ocultación

del objeto y su recuperación, podría estar vinculado a la adquisición del lenguaje y a su uso en la regulación de su propio comportamiento (p. e., el niño en este momento es capaz de decirse “es allí, en B”). Sin embargo, puede resultar un tanto incongruente pensar que el momento de adquisición del lenguaje en los niños coincide a su vez con el instante en el que se inicia la regulación de su comportamiento a través de un lenguaje interno; así como pensar que hasta que no aparece ese habla interna los niños no son capaces de resolver tareas que exigen un cambio flexible de estrategias de resolución en pro de un adecuado comportamiento dirigido a meta.

A este respecto, si a partir de los dos años de edad los niños se hallan inmersos en pleno proceso de adquisición del lenguaje, es preciso promover tareas donde las capacidades exploratorias y manipulativas de los sujetos permitan inferir las habilidades que están implicadas en ese comportamiento flexible dirigido a meta, más que partir de reglas o planteamientos verbales. Por tanto, será fundamental estudiar el desarrollo de la función ejecutiva a edades tempranas a través de tareas en las que el sujeto construye sus propias estrategias de resolución sobre relaciones progresivamente más coordinadas entre la información procedente de la percepción y la información derivada de su propia acción.

En nuestro estudio los niños, a partir de una única demostración con una consigna sencilla, se ven inmersos en una tarea cuyo único requisito consiste en introducir unas figuras geométricas en unos ejes que en un principio comparten la misma forma y el mismo color. En este contexto, probablemente la forma y el color de cada una de las figuras geométricas y de los ejes de inserción faciliten inicialmente la

relación entre la selección perceptiva y la selección del movimiento dirigido a meta. A este respecto, la primera tarea puede ayudar en la construcción de la meta promoviendo la relación entre la información procedente de la percepción (es decir, la atención visual, que juega un papel clave en el procesamiento selectivo) y la información de la acción (esto es, la selección del movimiento dirigido a meta). La puesta en funcionamiento de esta relación (criterio o regla) entre pieza (p. e., de color rojo) y eje (p. e., rojo) debe finalizar en el momento en que el niño no encuentre más figuras geométricas con esas mismas características. Pero este criterio carecería de consistencia si el niño elige una pieza de diferente color-forma y trata de colocarla en ese mismo eje, en cuyo caso el niño deberá tomar una nueva decisión en base a la información que se desprende de su error actual, y buscar otras alternativas de resolución. En este sentido el niño deberá buscar un nuevo eje que guarde relación con la nueva pieza, y por consiguiente un nuevo criterio que le permita conseguir la meta, esto es introducir la pieza en el eje. Es decir, los niños pueden aprender a reconocer la información perceptiva relevante a través de sus sucesivos reencuentros en el proceso de resolución de la tarea y, por tanto, ser capaces de usar esa información para responder de manera adecuada a las demandas de la misma.

Por tanto, los niños construyen por sí mismos la meta de las tareas en base a sus propias inferencias a partir de las dinámicas que establece entre la información perceptiva y la información de la acción desde la primera tarea. Nuestra tarea simula muy bien el proceso de creación de conocimiento en tanto que descansa en la búsqueda de una meta sobre la base de las relaciones establecidas entre percepción y acción. Las características de la primera tarea facilitan la inferencia de las posibles dinámicas entre

su acción, las características perceptivas de los objetos y la meta, es decir, le permite “darse cuenta” de la importancia de la vinculación de sus acciones con los objetos a manipular para la consecución de su meta. A este respecto, es posible que las primeras reacciones conductuales de los niños tras la demostración del experimentador no sean más que una simple reproducción de las relaciones observadas entre las características perceptivas y de acción puestas en juego en el contexto de resolución de la tarea. Por consiguiente, evaluar si los niños han construido o no un criterio en base a la conexión de ambas informaciones se debe inferir de las observaciones conductuales durante la realización de la tarea. Así pues, una vez agotadas las piezas conectadas por el criterio color al eje donde han sido insertadas, las elecciones de las siguientes piezas y ejes pondrán de manifiesto su comprensión del objetivo de la tarea.

Por tanto, la vinculación de una acción con la meta de la tarea a nivel representacional será evidente en la medida que los sujetos sean capaces de romper con ese comportamiento repetitivo al pasar a un nuevo eje o al coger una pieza diferente. En este contexto, los niños deben utilizar sus recursos atencionales para centrarse en el cambio de estrategia cuando empiezan a manipular un nuevo eje, más que en mantener o modificar la meta de la tarea. En este sentido, consideramos que es fundamental que el niño por sí mismo sea capaz de descubrir esta información, de modo que pueda aprender a modificar o corregir sus respuestas de forma flexible a partir de sus encuentros con las diversas situaciones planteadas.

En este sentido, la flexibilidad en sus respuestas aumenta a nivel representacional con cambios más funcionales y controlados a medida que son capaces

de manipular mentalmente esas dinámicas entre percepción y acción. Asimismo, pensamos que a partir del momento en el que el sujeto se crea un objetivo sobre la tarea, es posible modificar las características de la misma para evaluar en qué medida son capaces de cambiar sus estrategias de resolución para adaptarse de forma flexible a la situación actual.

En nuestro estudio era fundamental discriminar el cambio en la conducta del niño por lo que nos planteamos establecer una clara delimitación conceptual entre las conductas persistentes y los comportamientos perseverantes de los niños en situaciones de conflicto. Hasta el momento las respuestas erróneas de los niños en las tareas de función ejecutiva se han conceptualizado como perseverancia (Zelazo y Müller, 2002; Zelazo et al., 2003), haciendo referencia a la tendencia de los niños a repetir una respuesta que ha dejado de ser útil en la situación en curso y que por lo tanto no le permitirá alcanzar su meta, es decir como la falta de habilidad para cambiar de forma flexible de criterio (Welsh et al., 2006; Zelazo y Müller, 2002). Nuestra definición de persistencia difiere en parte de lo planteado por von Hofsten, quien conectó el comportamiento persistente con el uso de la fuerza bruta de los niños pequeños y con la duración de tales intentos de resolución ante situaciones de dificultad para encajar los objetos en los agujeros (Örnkloo y von Hofsten, 2007), sin tener en cuenta si hay cambios observables en la conducta motora del sujeto en esos intentos. En resumen, los estudios previos o bien hablan de persistencia como duración de la atención, o bien de perseverancia referida a la inflexibilidad del sujeto para el cambio de criterio. Sin embargo, no tienen en cuenta la capacidad de los niños para modificar su esquema perceptivo o de acción inicial con el fin de lograr su objetivo, esto es lo que nosotros

hemos definido en nuestro estudio como comportamiento persistente; por el contrario, la continuidad en una misma acción sin introducir modificaciones la hemos considerado como perseverancia.

En base a estos planteamientos, resulta necesario crear una tarea que permita analizar las capacidades cognitivas y motoras de los niños desde los dos años y medio de edad, a través de la observación de las dinámicas que establecen entre percepción y acción en el proceso de resolución y de las características del comportamiento dirigido a meta, teniendo en cuenta que en ese proceso de resolución la corrección de errores es un aspecto fundamental vinculado al propio control de su acción.

4.2. Objetivos

En este estudio se estructuró en torno a un objetivo general de investigación, complementado con una serie de objetivos específicos.

4.2.1. Objetivo General

El objetivo general de nuestro estudio fue analizar el desarrollo de la función ejecutiva en base a las dinámicas entre percepción-acción que se establecen en la resolución de una tarea y que ponen de manifiesto la capacidad del niño para manipular ambas fuentes de información, evidenciando su flexibilidad para adaptarse a las características cambiantes de los estímulos que integran la tarea. En este sentido nos interesa analizar las diferencias (*éxito versus fracaso*) en el cambio flexible de criterio perceptivo (color versus forma) y de estrategia motora en la resolución de tres tareas de distinta complejidad en niños pequeños.

4.2.2. Objetivos Específicos

4.2.2.1. Comparar los diferentes resultados relacionados con las situaciones de éxito en las tareas (aciertos directos, persistencia perceptiva, persistencia motora); así como aquellos vinculados a la no consecución de la meta (perseverancia perceptiva, perseverancia motora, persistencia perceptiva sin logro, persistencia motora sin logro).

4.2.2.2. Analizar la capacidad de los sujetos para cambiar de criterio de resolución (criterio color-forma, criterio ensayo-error, criterio pieza-previa) en función de las características de las tareas.

4.2.2.3. Analizar las dinámicas entre percepción y acción a través de la evaluación de los cambios en las conductas manuales de los sujetos en la resolución de las tareas. En este sentido, nos interesa conocer:

4.2.2.3.1. Las diferencias por edad y tareas en el uso del ajuste unimanual versus bimanual.

4.2.2.3.2. Las diferencias por edad en la respuesta de anticipación motora del sujeto, reflejada en la orientación previa de la pieza al eje. Así como las relaciones entre las respuestas motoras puestas en funcionamiento y el éxito/fracaso en las tareas.

4.2.2.3.3. Las diferencias por edad en el tipo de movimiento para el ajuste de la pieza al eje (suave versus rígido) y su posible relación con el éxito/fracaso en las tareas.

MÉTODO

4.1. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Para la obtención de la muestra se contó con la colaboración de cinco Centros de Educación Infantil de la Región de Murcia. En ellos realizamos una charla informativa destinada a dar a conocer la finalidad de nuestra investigación a padres y maestros. De igual modo, en dicha sesión se puso a disposición de los asistentes un documento de “consentimiento informado” (Anexo I), necesario para la inclusión de sus hijos en las tareas de evaluación.

En general, los padres mostraron una adecuada predisposición a colaborar, lo que posibilitó una muestra inicial de 180 sujetos (n=87 niños; n=93 niñas) nacidos a término, y con un desarrollo físico y mental típico. Los niños se distribuyeron en tres grupos, tomando como criterio de agrupación la edad, de modo que el primer grupo estuvo formado por 62 sujetos de 2.5 años de edad (M=31 meses; DT=2.790; R=24-55

meses), el segundo grupo lo integraron 63 sujetos de 3.5 años de edad (M=42 meses; DT=3.693; R=36-47 meses), y 55 niños de 4.5 años de edad (M=52 meses; DT=3.520; R=48-59 meses) constituyeron el último grupo.

Sin embargo, durante el proceso de análisis de datos el número inicial de la muestra se redujo en 30 sujetos, debido a la consideración de una serie de criterios de exclusión, que serán explicados con más detalle en el apartado 4.4. *Procedimiento*, por lo que finalmente el estudio estuvo integrado por 150 sujetos (Tabla 1).

Tabla 1. Distribución de la muestra final de estudio por edad y sexo

GRUPOS DE EDAD	RANGO (Meses)	MEDIA (Meses)	DESVIACIÓN TÍPICA	SEXO	
				NIÑOS	NIÑAS
2,5 años (n=48)	24-35	31,15	2,509	24	24
3,5 años (n=50)	36-47	42,14	3,665	29	21
4,5 años (n=52)	48-59	52,17	3,530	17	35

4.2. INSTRUMENTOS

4.2.1. Dispositivo de evaluación

Para este estudio se diseñó una mesa-tablero (*longitud*: 93 cm., *ancho*: 42 cm., *alto*: 44 cm.) sobre la que se colocaron alineados cuatro ejes tridimensionales fijos, que diferían entre sí por su forma geométrica y por su color (ver Tabla 2). Asimismo, se construyeron cuarenta piezas, con un orificio en su parte central coincidente con la

forma de la pieza y con el diámetro de su eje correspondiente. Estas piezas se agruparon entre sí en función de sus características de color, forma y tamaño (ver Tabla 3).

Tabla 2. Características de los ejes

FORMA GEOMÉTRICA	COLOR	SUPERFICIE	ALTURA	DISTANCIA ENTRE EJES
CIRCULAR	VERDE	3 cm *	32 cm	16 cm
CUADRADA	NARANJA	2,5 x 2,5 cm **	32 cm	16 cm
RECTANGULAR	AZUL	3 x 1,5 cm ***	32 cm	16 cm
TRIANGULAR	ROJO	5 x 2,7 cm ****	32 cm	16 cm

* Diámetro. ** Lado por lado. *** Largo por ancho. **** Base por altura

Tabla 3. Características de las piezas

FORMA	CANTIDAD	SUPERFICIE	GROSOR	DIÁMETRO DEL ORIFICIO
CÍRCULOS VERDES	4	11cm *	1,5cm	3,3 cm
CÍRCULOS NARANJAS	2	11cm	1,5 cm	3,3 cm
	4	9 cm	1,5 cm	3,3 cm
CUADRADOS NARANJAS	4	10 x 10 cm **	1,5 cm	2,8 x 2,8 cm
CUADRADOS ROJOS	2	10 x 10 cm	1,5 cm	2,8 x 2,8 cm
	4	8 x 8 cm	1,5 cm	2,8 x 2,8 cm
RECTÁNGULOS AZULES	4	10 x 6 cm ***	1,5 cm	3,3 x 1,8 cm
RECTÁNGULOS VERDES	2	10 x 6 cm	1,5 cm	3,3 x 1,8 cm
	4	12 x 8 cm	1,5 cm	3,3 x 1,8 cm
TRIÁNGULOS **** ROJOS	4	10 x 8,5 cm	1,5 cm	5,3 x 3 cm
TRIÁNGULOS AZULES	2	10 x 8,5 cm ****	1,5 cm	5,3 x 3 cm
	4	12 x 10 cm	1,5 cm	5,3 x 3 cm

* Diámetro. ** Lado por lado. *** Largo por ancho. **** Base por altura

Las tareas exigían poner en relación la apertura central de las piezas con la forma tridimensional de los ejes, lo que suponía un control perceptivo previo de dicha relación (orientación adecuada de la pieza con respecto al eje), así como de una cierta destreza manual.

4.2.2. Material de captura, visionado de imágenes y software estadístico

Para el registro de las sesiones se utilizó una mini-cámara (Sonic Hard-Drive), que ofrecía una imagen de alta calidad y nitidez. Además, dicha cámara contó con un software complementario que permitió el volcado de imágenes al ordenador, lo que a su vez facilitó el almacenamiento de la información recopilada en cada sesión de trabajo.

Por otro lado, la codificación de los vídeos se llevó a cabo a través del programa “VLC Media Player”, un programa sencillo que permite ralentizar el visionado de los vídeos, lo que resultó crucial en aquellas situaciones de observación y análisis en las que fue necesario un nivel de precisión elevado (p. e., tiempos de manipulación). Además, independientemente de la velocidad de proyección, la imagen se mantuvo con el nivel de nitidez necesario.

Por otro lado, para los análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico SPSS v. 17.0 y el programa t_{EM} , creado por Jeroen Vermunt para análisis de modelos categóricos (Ato, 2008).

4.3. ESPACIOS

Se dispuso de un espacio de uso exclusivo para nuestro estudio en cada uno de los centros educativos colaboradores. Estas aulas se acondicionaron para el estudio, eliminando los posibles elementos distractores y marcando en el suelo la posición

exacta de los materiales (mesa-tablero y el trípode con la cámara) a utilizar durante las sesiones de evaluación.

4.4. PROCEDIMIENTO

4.4.1. Pasos previos

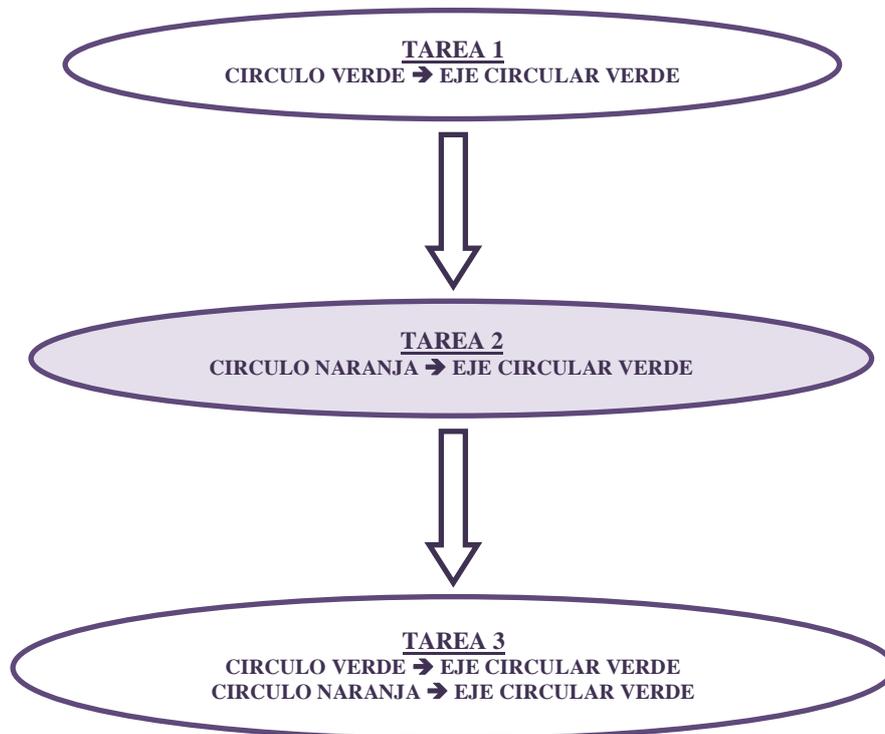
Antes de iniciar el proceso de administración de las tareas en la sala de observación, se programó con las maestras de educación infantil una sesión de toma de contacto con los niños en su clase ordinaria, ya que consideramos que era preciso establecer un acercamiento inicial entre la experimentadora y los niños. Además, antes de su llegada, la maestra les comentó que durante unos días todos irían a otro aula a hacer un juego muy divertido, todo ello con el fin de crear expectativas positivas en los niños.

Cada una de las sesiones se llevó a cabo de manera individual, con la presencia en la sala de observación de un sujeto y la experimentadora. El niño se colocó de pie detrás de la mesa-tablero, quedando ésta a la altura de su cadera, de forma que pudiera percibir la forma tridimensional de los ejes y tener la suficiente libertad de movimiento para el ajuste de las piezas. La cámara de vídeo se colocó frente al sujeto (a una distancia de aproximadamente 1.50 metros) de tal modo que permitiera capturar tanto el dispositivo de evaluación, como las acciones del sujeto durante su ejecución. El experimentador se sentó próximo al lateral derecho del tablero (con el eje triangular más próximo a él), ya que la pieza que podría plantear mayores dificultades para el ajuste era el triángulo (sólo encajaba en el eje con una orientación concreta).

4.4.2. Tareas

El estudio estuvo integrado por tres tareas con un objetivo común, esto es, “introducir unas piezas en unos ejes”. La diferencia entre estas tareas radicó en el cambio del criterio de resolución, ya que la experimentadora modificó el color de las piezas presentadas en función de la tarea a realizar (Imagen 1).

Imagen 1. Secuencia de presentación de las tareas



Asimismo, siguiendo el planteamiento de Carlson (2005), la secuencia de presentación de las tareas fue la misma para todos los sujetos; ya que, teniendo en cuenta que nuestro objetivo general fue analizar las diferencias en el cambio flexible de criterio perceptivo a edades tempranas, consideramos de gran importancia que el niño

descubriera la meta de la tarea a través de unos criterios perceptivos básicos y sencillos (mismo color y misma forma), que le permitieran alcanzar fácilmente la meta de la primera tarea. Durante las siguientes tareas la experimentadora introdujo nuevas piezas cuyas características perceptivas suponían la puesta en funcionamiento de nuevas estrategias de resolución por parte del niño. Todas las tareas finalizaron en el momento en el que todas las piezas estuvieron insertadas en los ejes.

La primera tarea, compuesta por dieciséis piezas (ver Tabla 4), que se correspondían en color y forma con los ejes, sirvió de base para que el niño aprendiera el objetivo final del juego, esto es, introducir unas piezas en unos “palitos”.

Tabla 4. Características de las piezas utilizadas en la primera tarea

Nº DE PIEZAS	FORMA	COLOR	DIMENSIONES
4	CÍRCULO	VERDE	11cm
4	CUADRADO	NARANJA	10 x 10 cm
4	RECTÁNGULO	AZUL	10 x 6 cm
4	TRIÁNGULO	ROJO	10 x 8,5 cm

Las características perceptivas de esta tarea no suponen una gran dificultad para el niño, dado que los objetos que hay que poner en relación (piezas y ejes) coinciden tanto en color como en forma. Así pues, la interacción entre “lo percibido” y “la acción que forma parte de dicho proceso” es bastante básica, y no exige de un esfuerzo atencional añadido (ver Imagen 2).

Imagen 2. Inicio y resolución de la primera tarea



Una vez introducidas todas las piezas de la primera tarea en los ejes, la experimentadora guardó éstas y distribuyó el siguiente bloque de dieciséis piezas sobre el tablero. En la segunda tarea las piezas (ver Tabla 5) utilizadas difirieron de las insertadas en la tarea anterior por su color (los círculos son naranjas, los cuadrados rojos, los rectángulos verdes, y los triángulos azules), mientras que las propiedades de los ejes se mantuvieron exactamente igual que en la tarea inicial (ejes: circular-verde, cuadrado-naranja, rectangular-azul, y triangular-rojo). Por tanto, para insertar las piezas en los ejes en esta segunda tarea, los niños tuvieron que obviar el criterio color, y basar su elección en la forma de los objetos.

Tabla 5. Características de las piezas utilizadas en la segunda tarea

Nº DE PIEZAS	FORMA	COLOR	DIMENSIONES
4	CÍRCULO	NARANJA	9 cm
4	CUADRADO	ROJO	8 x 8 cm
4	RECTÁNGULO	VERDE	12 x 8 cm
4	TRIÁNGULO	AZUL	12 x 10 cm

Esta tarea permitió estudiar la capacidad de los niños para cambiar de criterio perceptivo (la forma fue la única característica común entre pieza y eje), ya que el criterio utilizado para lograr resolver la tarea anterior no era útil en la resolución de la tarea en curso (ver Imagen 3). La discrepancia entre pieza y eje, planteada en esta tarea con respecto a la anterior, supuso que la inserción directa de la pieza en su eje estuviese supeditada a la capacidad del niño para inhibir el criterio que anteriormente le había llevado al éxito, y cambiar a una estrategia de resolución diferente a través de la selección de aquellas propiedades actualmente relevantes (en este caso, la forma).

Imagen 3. Inicio y resolución de la segunda tarea



La última de estas tres tareas estuvo integrada, al igual que las dos anteriores, por un total de dieciséis piezas (ver Tabla 6). Esta tarea implicó un mayor nivel de complejidad perceptiva, debido a que los sujetos podían introducir en un mismo eje piezas que coincidían en color y forma con éste (p. e., en el eje circular los niños podían insertar dos círculos verdes), junto a otras que diferían por su color, pese a tener la misma forma (p. e., en el eje circular los niños podían insertar dos círculos naranjas).

Por lo tanto, el sujeto debía basar su respuesta en la forma de la pieza para llevarla a su eje, obviando las diferencias por color existentes entre los elementos (ver Imagen 4).

Tabla 6. Características de las piezas utilizadas en la tercera tarea

PIEZAS	CANTIDAD	FORMA	COLOR	DIMENSIONES
PIEZAS TOMADAS DE LA PRIMERA TAREA	2	CÍRCULO	VERDE	11cm [*]
	2	CUADRADO	NARANJA	10 x 10 cm ^{**}
	2	RECTÁNGULO	AZUL	10 x 6 cm ^{***}
	2	TRIÁNGULO	ROJO	10 x 8,5 cm
PIEZAS NUEVAS	2	CÍRCULO	NARANJA	11cm
	2	CUADRADO	ROJO	10 x 10 cm ^{**}
	2	RECTÁNGULO	VERDE	10 x 6 cm ^{***}
	2	TRIÁNGULO	AZUL	10 x 8,5 cm
PIEZAS	CANTIDAD	FORMA	COLOR	DIMENSIONES
PIEZAS TOMADAS DE LA PRIMERA TAREA	2	CÍRCULO	VERDE	11cm [*]
	2	CUADRADO	NARANJA	10 x 10 cm ^{**}
	2	RECTÁNGULO	AZUL	10 x 6 cm ^{***}
	2	TRIÁNGULO	ROJO	10 x 8,5 cm
PIEZAS NUEVAS	2	CÍRCULO	NARANJA	11cm
	2	CUADRADO	ROJO	10 x 10 cm ^{**}
	2	RECTÁNGULO	VERDE	10 x 6 cm ^{***}
	2	TRIÁNGULO	AZUL	10 x 8,5 cm

Imagen 4. Inicio y resolución de la tercera tarea



4.4.3. Instrucciones

Cuando el niño entraba con la experimentadora en la sala de observación, se encontraba con el tablero y con las piezas de la primera tarea dispuestas sobre la superficie del mismo. Antes de iniciar la primera actividad, la experimentadora le comentaba el objetivo del juego, acompañándolo de una demostración, para lo que tomaba una de las piezas (un círculo verde), mientras le decía: “¿has visto cuántas piezas tenemos? Ahora te voy a enseñar lo que tienes que hacer, ¿de acuerdo?”, - a la vez que aproximaba la pieza a la parte superior del eje de inserción mientras continuaba diciendo - *Tienes que poner cada pieza en su palito, ¿has visto cómo lo he hecho yo? ¿Lo haces ahora tú?*”. Tras esta demostración, la experimentadora colocó sobre el tablero la pieza que había utilizado para mostrar al niño la mecánica del juego, dando comienzo la sesión.

Sólo al inicio de la primera tarea todos los niños, independientemente de la edad, recibieron esa demostración. Al inicio de las siguientes dos tareas la única consigna que recibían consistió en un recordatorio verbal del objetivo general del juego, esto es,

“tienes que colocar las piezas en sus palitos”. En aquellas situaciones en las que el sujeto mostró ciertos signos de frustración en el transcurso de la prueba (golpear una pieza contra el eje, jugar con las piezas sobre el tablero, etc.), se realizó una nueva demostración.

4.5. CODIFICACIÓN DE LAS TAREAS

Las tareas fueron codificadas por un experto entrenado para la observación de las conductas objeto de estudio. Se diseñó un protocolo de codificación (ver Anexo II), encaminado a examinar microanalíticamente el proceso de resolución adoptado por cada sujeto. Se recogieron datos para cada una de las piezas manipuladas por el sujeto (p. e., tipo de pieza, eje de inserción, tipo de movimiento, etc.), de modo que a través de dicha información se pudieran analizar las respuestas de los sujetos. En los siguientes apartados se recoge una breve descripción de las conductas registradas en la hoja de codificación.

4.5.1. Edad

Los sujetos se agruparon en tres grupos tomando como criterio su edad: 2.5 años, 3.5 años, y 4.5 años de edad.

4.5.2. Tareas (T1, T2, T3)

Todas las conductas se codificaron en función de la tarea en la que se pusieron de manifiesto; para cada respuesta del sujeto tendremos tres medidas (p. e. éxito en la

primera tarea “*éxito1*”, éxito en la segunda tarea “*éxito2*”, y éxito en la tercera tarea “*éxito3*”).

4.5.4. Éxito

Se consideró como una ejecución de *éxito* aquella que tuvo como resultado la inserción de la pieza seleccionada por el sujeto en un eje; es decir, aquella en la que el niño fue capaz de alcanzar la meta de la tarea, independientemente de si logró su objetivo de forma inmediata, o bien tuvo que hacer frente a algún tipo de dificultad. En este sentido, es necesario diferenciar entre el tipo de éxito alcanzado por el sujeto, esto es, *acierto directo*, *persistencia*¹ *perceptiva*, o *persistencia motora*.

Por tanto, esta medida reflejará la capacidad de los niños para cambiar de criterio perceptivo, ya que para alcanzar la meta de las tareas es necesario modificar los criterios de resolución en función de las características de los objetos.

4.5.4.1. Acierto Directo

Cuando el niño insertó de forma inmediata una pieza en un eje, sin modificar su orientación o cambiar la pieza del eje inicial seleccionado.

4.5.4.2. Persistencia Perceptiva

Cuando el niño cogió una pieza y la colocó sobre un eje incorrecto, en el que no era capaz de insertarla (p. e., en la segunda tarea intentar colocar el círculo naranja en el

¹ Persistencia: en este estudio el concepto de persistencia se aplicó a la respuesta del sujeto consistente en modificar, ante una situación de dificultad, su respuesta inicial para lograr su meta.

eje cuadrado naranja), y ante tal dificultad el sujeto llevó la pieza a otro eje logrando finalmente encajarla.

4.5.4.3. Persistencia Motora

Cuando el niño cogió una pieza y la colocó sobre su eje correcto sin tener en cuenta la orientación de ésta con respecto al eje, por lo que no logró su inserción inmediata, y ante esta dificultad para el ajuste de la pieza al eje, el sujeto modificó la orientación de la misma, consiguiendo finalmente encajarla.

4.5.5. Error

Se codificó como *error* aquellas conductas que tuvieron como resultado la no inserción de la pieza en el eje.

Del mismo modo que sucedía con el *éxito*, fue necesaria una delimitación específica de la naturaleza de los errores en función del tipo de dificultad que impidió la consecución del objetivo. En este sentido, se diferenció entre *perseverancia² perceptiva*, *perseverancia motora*, *persistencia perceptiva sin logro* o *persistencia motora sin logro*.

4.5.5.1. Perseverancia Perceptiva

Cuando el sujeto tras coger una pieza la colocó sobre un eje incorrecto (guiándose por el color de pieza-eje, o bien por la pieza previamente introducida en

² Perseverancia: en este estudio el concepto de *perseverancia* se aplicó en aquellas situaciones en las que el sujeto, ante una situación de dificultad perceptiva o motora, permaneció intentando insertar la pieza en el eje seleccionado sin modificar el criterio que le ha llevado a situarse en dicho eje, hasta que finalmente cesa su acción.

dicho eje), y permaneció sobre éste intentando la inserción de la pieza a través de la fuerza bruta o de cambios a nivel motor. Finalmente desistió dando la pieza a la experimentadora o iniciando un nuevo proceso con otra pieza y otro eje.

4.5.5.2. Perseverancia Motora

Cuando el niño seleccionó correctamente el eje de inserción pero fue incapaz de insertar la pieza debido a una dificultad para su ajuste motor, que no fue capaz de resolver al no modificar la orientación de la pieza u otras respuestas motoras inapropiadas (p. e., no cambió a un agarre bimanual cuando no fue capaz de insertar la pieza a través de un agarre unimanual). Finalmente, el niño detuvo su acción dando la pieza a la experimentadora o cogiendo otra pieza e iniciando un nuevo proceso.

4.5.5.3. Persistencia Perceptiva Sin Logro

Cuando el sujeto colocó la pieza sobre un eje incorrecto y modificó su elección inicial por otro igualmente incorrecto, sin llegar a insertar la pieza. Esta medida también nos informó sobre la capacidad del sujeto para cambiar de criterio, pero sin el control funcional suficiente para finalmente alcanzar el objetivo de la tarea.

4.5.5.4. Persistencia Motora Sin Logro

El sujeto situó la pieza sobre su eje correcto pero con la orientación incorrecta, no logrando su inserción inmediata. A diferencia de la perseverancia motora, en este caso el sujeto modificó la orientación de la pieza para hacerla encajar en el eje, desistiendo finalmente de su intento.

Al igual que la medida de *persistencia perceptiva sin logro*, la persistencia motora sin logro permitió distinguir a aquellos sujetos que ante una dificultad de ajuste motor modificaron su respuesta motora, aunque este cambio no les permitiera finalmente alcanzar su meta.

4.5.6. Estrategias de Resolución

Una de las ventajas de las tareas creadas para esta investigación frente a otras que se han propuesto para el estudio del cambio flexible de criterio en niños pequeños es que ofrece al sujeto diferentes vías de resolución cuando no es posible alcanzar el objetivo en mente de forma directa. En este sentido, las posibles estrategias propuestas fueron:

4.5.6.1. Criterio Color-Forma (CriterioCF)

Este criterio hace referencia a la confluencia de estas propiedades entre piezas y ejes. Se podría decir que el uso de este criterio supuso el uso de la estrategia que estaba en consonancia con las características de cada tarea (“*consistent*”, ver Kloo y col., 2008), esto es, el sujeto utilizó la estrategia fundamentada en la relación adecuada entre eje y pieza.

4.5.6.2. Criterio Ensayo-Error (CriterioEE)

El sujeto tras una dificultad inicial para insertar la pieza de forma inmediata probó en otros ejes hasta que finalmente introdujo la pieza (p. e., cogió el círculo

naranja y lo colocó sobre el eje cuadrado pero como no lo pudo insertar lo llevó al eje rectangular, hasta que finalmente logró encajarlo en el eje circular).

4.5.6.3. Criterio Pieza Previa (CriterioPP)

El sujeto introdujo una pieza en el mismo eje en el que la experimentadora acababa de realizar una inserción después de una conducta de abandono por parte del niño (p. e., el sujeto trató de colocar un círculo naranja en el eje cuadrado en la segunda tarea, pero tras varios segundos de perseverancia el niño empezó a “jugar” con la pieza sobre el tablero, obviando el objetivo real de la tarea). Asimismo, se codificó como uso del criterio PP aquellas situaciones en las que el niño intentó insertar una pieza en un eje en el que previamente había alcanzado el éxito por ensayo-error, o se guió por el éxito anterior conseguido en uno de los ejes (p. e., tras colocar todos los círculos naranjas en el eje circular, cogió un cuadrado rojo y lo intentó insertar también en este eje).

4.5.7. Estrategias de manipulación

En este apartado se tomaron medidas de varios aspectos relacionados directamente con la conducta motora del sujeto, todas ellas con una importante vinculación con el grado de control y destreza manual de los niños. En este sentido, se codificó la *unimanualidad* versus la *bimanualidad*, la *orientación de la pieza al eje*, o el *tipo de movimiento (suave versus rígido)*.

4.5.7.1. Ajustes unimanuales versus bimanuales

Se codificó el tipo de agarre utilizado por el sujeto para la inserción de la pieza en el eje, es decir, se registró el uso de una mano (unimanual) o de las dos manos (bimanual) para la resolución de las tareas.

4.5.7.2. Orientación de la pieza en relación al eje

En este caso las respuestas del sujeto difirieron en función del momento en el que la orientación de la pieza se modificó para ajustarla al eje. Se observaron las siguientes variantes:

4.5.7.2.1. *Coge la pieza orientada (CO)*

Los sujetos levantaron la pieza del tablero con la orientación correcta o modificaron ésta antes de llegar a contactar con el eje.

4.5.7.2.2. *Modifica la orientación de la pieza tras dificultad (MO)*

Tras una dificultad inicial para el ajuste motor de la pieza, los niños modificaron la orientación de ésta sin tocar el eje, o en contacto con éste.

4.5.7.2.3. *No modifica la orientación de la pieza (NMO)*

Tras una dificultad inicial que le impidió insertar la pieza al eje, los sujetos no modificaron la orientación de la pieza para hacerla encajar en el eje.

4.5.7.3. Tipo de movimiento

Una vez sobre el eje los movimientos de los sujetos se diferenciaron básicamente por dos características fundamentales: *movimientos suaves versus movimientos rígidos*.

4.5.7.3.1. Movimientos suaves

El sujeto mostró una manipulación de la pieza controlada y precisa durante el proceso de inserción en el eje.

4.5.7.3.2. Movimientos rígidos

El sujeto trató de insertar la pieza a través de movimientos bruscos (golpear, presionar, friccionar, etc.) no controlados, que muchas veces provocaron que la pieza cayera sobre el tablero.

4.6. ANÁLISIS DE DATOS

Antes de iniciar el proceso de introducción de datos en el programa, se establecieron unos criterios de exclusión para la elección de la muestra final. Era necesario obtener una muestra cuyo resultado no se hubiera visto afectado por factores externos, que pudieran sesgar los resultados de nuestro estudio (ver Tabla 7). En este sentido, se excluyeron aquellos sujetos (N=30) que mostraron un nivel de implicación bajo o muy bajo en las tareas (con un número de abandonos mayor que el de piezas introducidas, o que dieron por finalizada su acción antes de concluir las tres tareas). Asimismo, fue necesario eliminar de la muestra a un grupo de niños cuya grabación no

se completó debido a errores técnicos. Finalmente, fueron excluidos tres niños, debido a la presencia en la sala de observación de personas ajenas al estudio (madre o maestra).

Tabla 7. Sujetos no incluidos en la muestra final de estudio

CAUSAS DE EXCLUSIÓN	GRUPOS DE EDAD					
	2.5 AÑOS		3.5 AÑOS		4.5 AÑOS	
	NIÑOS	NIÑAS	NIÑOS	NIÑAS	NIÑOS	NIÑAS
POCA MOTIVACIÓN (N=17)	4	2	8	3	0	0
ERRORES TÉCNICOS (N=10)	3	3	2	0	1	1
DISTRACTOR EXTERNO (N=3)	0	1	1	1	0	0

La codificación inicial de los datos se realizó en base al registro de las respuestas de los sujetos. En este registro (ver Anexo II) quedaba reflejada la forma de funcionar de los niños con cada una de las piezas manipuladas, lo que permitió tener información detallada sobre el proceso de resolución de los sujetos en las diferentes tareas. A partir de tales observaciones se diseñaron las variables a analizar a través del paquete estadístico SPSS v. 17.0 (ver Anexo III).

El siguiente paso en el proceso de análisis de datos consistió en crear las variables en SPSS e introducir los datos. Para cada sujeto el mínimo de entradas fue de 48 (dieciséis piezas por tarea) y el máximo de n (un número mayor de piezas manipuladas, lo que estuvo en función del número de errores cometidos en los que el niño no solicitó ayuda a la experimentadora). A continuación se procedió a seleccionar el modelo estadístico más adecuado para nuestros datos, para lo que optamos por seguir

un enfoque fundamentado en el *modelado estadístico*. A diferencia del enfoque tradicional de contraste de hipótesis, el modelado estadístico se basa en el ajuste y comparación de modelos de probabilidad a los datos empíricos (Ato, 2008). Este enfoque permite poner a prueba diferentes modelos estadísticos hasta encontrar un modelo suficientemente simple (*principio de parsimonia*) y óptimo (*principio de bondad de ajuste*). En este sentido, y en una primera fase de análisis, los datos se sometieron a prueba empírica a través de una serie de modelos categóricos que necesariamente parten de una tabla de contingencia con una o más dimensiones. En nuestro caso, estas tablas incluyeron generalmente cuatro dimensiones (ver Anexo IV) con dos ó tres niveles (p. e., tomamos la variable *acierto directo*, que tiene dos niveles *sí* y *no*), y los modelos probados fueron:

a) Modelo loglineal: es el más general. Su objetivo es analizar relaciones asociativas entre las variables sin distinguir entre variables de respuesta y explicativas.

b) Modelo logit: en este caso una de las variables se toma como variable de respuesta. Partiendo de la asociación encontrada en el modelo loglineal, se puede poner a prueba el modelo logit cuando una de las variables (variable de respuesta) esté explicada por las otras variables (factores). Asimismo, cuando unas variables actúan como respuesta en unas ocasiones y como factores en otras estamos ante un *modelo path logit*.

c) Modelo de clase latente: en este modelo se introduce además de las variables manifiestas u observadas, una o varias variables no observadas, esto es, latentes. Este tipo de variable se introduce en el modelo para explicar las probabilidades del resto de variables en función de ésta, que actúa como variable de respuesta.

Para llevar a cabo este análisis con datos categóricos utilizamos el programa estadístico ℓ_{EM} (ver Anexo IV), integrado por una serie de ventanas (*Input*, *Output* y *Log*) y menús, que permite evaluar los modelos categóricos anteriormente descritos. Para someter a prueba estos modelos, se hace necesario seguir un proceso secuencial, que se inicia con la asunción del modelo más general y más complejo hasta encontrar el que mejor se ajuste a los datos disponibles. Una vez aceptado, y en función del tipo de asociación encontrado entre las variables, cabe plantearse la aplicación de un modelo más simple que permita establecer cierta relación causal entre las variables (path logit). En nuestro estudio fue imposible realizar este tipo de análisis para ciertas variables debido a que el número de niveles varió en función de las variables a asociar (p. e., no se pudo comparar la variable *persistencia perceptiva* con la variable *estrategia*, ya que por definición estaba asociada exclusivamente con el *criterio ensayo-error*). Sin embargo, para las variables relacionadas con ciertas respuestas motoras de los sujetos durante las tareas (persistencias y perseverancias motoras, o ajuste manual) estos modelos se ajustaron ($p > .10$) y aceptaron (las asociaciones entre las variables del modelo fueron significativas), encontrando además diferentes subgrupos de sujetos homogéneos a través de la aplicación de *modelos con una variable latente*. De igual modo, esta aproximación inicial a los datos confirmó aquellas variables que planteábamos como explicativas (p. e., la edad) y de respuesta (p. e., los aciertos directos).

Una vez concluidos los análisis de los datos categóricos se procedió a la transformación de las variables de estudio, con el objetivo de poder analizar algunas

relaciones que no se podían abordar a través de los modelos categóricos. Esta transformación se llevó a cabo mediante la suma de las frecuencias de las variables seleccionadas, agrupadas por tareas (p. e., *aciertodirectot1*, *aciertodirectot2*, *aciertodirectot3*). Llegados a este punto del proceso de análisis, consideramos que esta transformación no era suficiente, dado que las diferentes respuestas manifestadas por los niños en las tareas debían ser ponderadas en función del número de piezas manipuladas; por lo que, se obtuvieron los porcentajes para cada una de las variables de interés a través de la aplicación de la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{variable numérica} \times 100}{n^{\circ} \text{ de piezas manipuladas}}$$

Asimismo, para las variables que implicaban medidas de tiempo se llevó a cabo una transformación logarítmica. Tras este proceso de transformación inicial y necesaria de los datos, se inició el análisis estadístico de los datos con el cálculo de los estadísticos descriptivos (media, desviación típica) para las variables propuestas como variables de respuesta (éxito, error, acierto directo, persistencia, perseverancia, estrategias de manipulación).

A partir de los resultados obtenidos en esa exploración inicial, se optó por un *diseño de medidas parcialmente repetidas*, en el que se tomaron como factores intra-sujetos, uno de los siguientes: el éxito, los errores, la persistencia perceptiva, la persistencia motora, la perseverancia perceptiva, la perseverancia motora, las estrategias de resolución (Criterio CF, criterio EE, Criterio PP) en cada una de las tareas, y como factor inter-sujetos, el grupo de edad. Este tipo de diseño nos permitió observar

relaciones significativas entre los niveles del factor intra-sujetos, y por edad en las diferentes variables analizadas. Asimismo, para conocer el efecto de la edad (grupo de edad: variable categórica) en la variable dependiente, se controló el efecto de otra variable numérica (covariante), que esperábamos estuviese correlacionada con la variable de respuesta, a través de un *análisis de covarianza*. El primer paso a seguir para aplicar este procedimiento analítico fue analizar si existía interacción entre el factor (o variable independiente) y la covariante, ya que en caso de que esa interacción fuese significativa no se podría estimar el efecto del factor (grupo de edad). La interacción entre factor y covariante implicaría que el efecto del factor sobre la variable dependiente varía en función de los valores de la covariante. Cuando esa interacción no fue significativa, se eliminó del proceso y se continuó con el modelo. Sin embargo, en aquellos casos en los que dicha interacción fue significativa, se optó por utilizar un análisis de regresión lineal simple.

RESULTADOS

Como se ha comentado en anteriores capítulos, este estudio tenía como objetivo conocer el comportamiento de los niños pequeños cuando tienen que conseguir una meta en situaciones de conflicto en las que se modifican las características de los objetos, aumentando la complejidad perceptiva de las tareas (el color junto a la forma son criterios relevantes en la primera tarea, sin embargo en la siguiente tarea el color pasa a ser irrelevante y dificulta la resolución de la tarea).

Por tanto, fue fundamental analizar el resultado de las respuestas de los niños, tanto en función de la edad como de la complejidad de la tarea a resolver. En este sentido, quisimos conocer los criterios de resolución (*color-forma, ensayo-error, y pieza-previa*) que los sujetos adoptaron para resolver las tareas, así como los efectos iniciales de sus decisiones y acciones (*acierto directo versus dificultades*). Asimismo, al tratarse de tareas con un alto componente motor, dado que la solución final se alcanza a

través del ajuste motor de la pieza al eje, fue crucial abordar las diferencias en el uso de distintos ajustes motores (*unimanual versus bimanual*) y en el control de los movimientos manipulativos de los sujetos (*movimientos para el ajuste: suaves versus rígidos*).

En los siguientes apartados quedan recogidos los resultados obtenidos en nuestro estudio, siguiendo la secuencia anteriormente descrita.

5.1. ANÁLISIS EXPLORATORIO DE LOS DATOS

El análisis de los datos se inició con la aplicación del enfoque de *modelado estadístico*, que permite encontrar el modelo más simple que sea capaz de explicar las variables de respuesta con el menor error posible. Para ello, se sometieron a prueba diferentes modelos categóricos, yendo del más general (*modelo loglineal*) al más específico (*modelo con una variable latente*). En base a los resultados obtenidos en este proceso como se explicará de manera más detallada en los siguientes apartados, se pudo constatar que:

1. La variable *acierto directo* actuó como variable de respuesta y estuvo explicada por los factores *edad (grupo de edad)* y *por el tipo de ajuste* de la pieza al eje: $L^2(24) = 25.878$; $P = .359$. Por otro lado, esta variable de respuesta también actuó como factor al explicar las diferencias entre tareas (*modelo path logit*).

2. La variable *persistencia motora* estuvo explicada por la edad y actuó como variable explicativa de las diferencias en las tareas: $L^2(20) = 16.238$; $P = .701$.

3. La variable *perseverancia motora* estuvo explicada por la edad: $L^2(22) = 29.603$; $P = .128$, pero no explicó otras variables (*modelo logit*).

Asimismo, se puso a prueba el *modelo con una variable latente* para comprobar si, además de estas asociaciones entre las variables, se perfilaban determinados subgrupos de sujetos con unas características determinadas. En concreto, se configuraron varios subgrupos de niños de 4.5 años de edad que utilizaron preferentemente el criterio color-forma, y que se distribuyeron tanto en la primera como en la tercera de las tareas, con un porcentaje elevado de aciertos directos, con movimientos de ajuste suaves y sin persistencia ni perseverancia motora. Por otro lado, se perfilaron otros subgrupos formados por sujetos de 3.5 años de edad, con un uso preferente de los criterios de pieza-previa y ensayo-error, que se hallaron principalmente en la primera y segunda tarea. Por último, se observaron otros subgrupos constituidos por niños de 2.5 años de edad, con pocos aciertos directos, persistentes en sus respuestas motoras, con un uso extendido del ensayo-error. Tras los análisis de los datos categóricos, se tomaron los valores ponderados de aquellas variables que podrían dar respuestas a nuestros objetivos de investigación. El primer paso a seguir en esta nueva fase del proceso de análisis consistió en una exploración general de los datos a través de la estimación de sus estadísticos descriptivos, con el fin de obtener un resumen inicial de las variables de estudio (Tabla 8).

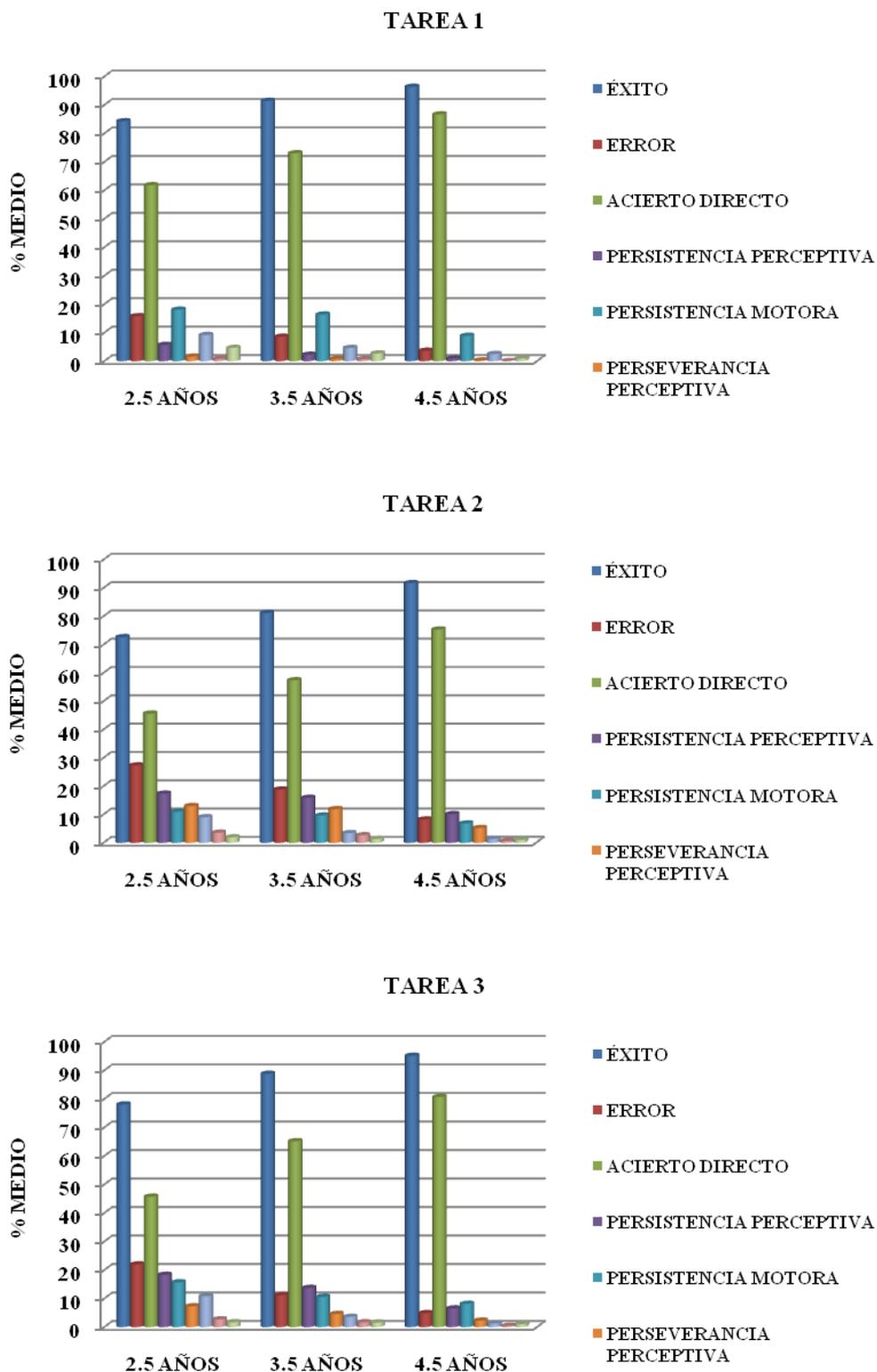
Tabla 8. Porcentaje medio de los resultados en las tareas por edad

TAREAS	EDAD	ÉXITO	ERROR	AD	PP	PM	PVP	PVM	PPSL	PMSL
1	2.5 años	84.2	15.7	61.8	5.7	18	1.6	9.1	0.8	4.6
	3.5 años	91.4	8.5	73	2.2	16.3	0.7	16.3	0.6	2.7
	4.5 años	96.4	3.6	86.7	0.9	8.9	0.2	2.5	0	0.9
2	2.5 años	72.6	27.3	45.6	17.3	18	13	9.1	3.5	1.9
	3.5 años	81.1	18.8	57.4	15.8	9.6	11.9	3.4	2.6	1.3
	4.5 años	91.7	8.2	75.3	10.1	6.8	5.2	1.4	0.6	0.9
3	2.5 años	78	21.9	45.6	18.3	15.6	7.2	10.8	2.6	1.6
	3.5 años	88.8	11.1	65.1	13.7	10.5	4.5	3.5	1.6	1.5
	4.5 años	95.1	4.8	80.6	6.5	8.1	2.2	1.2	0.3	1

Donde: AD (acierto directo); PP (persistencia perceptiva); PM (persistencia motora); PVP (perseverancia perceptiva); PVM (perseverancia motora); PPSL (persistencia perceptiva sin logro); PMSL (persistencia motora sin logro).

Estos datos permiten constatar que, a pesar de existir diferencias evidentes en la comparación de las medias por edad y tarea, el grupo de menor edad logró un 72% de éxito en la segunda tarea, del que un 46% se obtuvo a través del acierto directo (sin dificultad). Por lo tanto, los niños pequeños no sólo fueron capaces de cambiar de criterio cuando se encontraron ante una situación de conflicto (motivada por la modificación de las características de los objetos en las tareas), sino que casi la mitad de esos cambios fueron directos (con un 46% de aciertos directos. Asimismo, son evidentes las diferencias por tareas en el tipo de respuesta manifestada por los sujetos (Gráfico 1).

Gráfico 1. Porcentajes medios para los diferentes resultados por tarea y edad



Pese a que el resultado principal por tareas y edad fue el éxito, con una vinculación importante a los aciertos directos, si nos centramos en los gráficos comparativos que se muestran más abajo, se puede observar un progresivo descenso de dicha respuesta, especialmente de la segunda tarea con respecto a la primera. Asimismo, se aprecia un incremento en el porcentaje de errores a medida que la dificultad de las tareas aumenta. En concreto, se observa un mayor número de conductas persistentes y perseverantes en las tareas en las que se introdujeron modificaciones en las características de los objetos (tarea 2 y tarea 3).

5.2. ÉXITO VERSUS FRACASO

Para analizar el objetivo general de nuestro estudio, esto es, las diferencias por edad y tarea en el cambio flexible de criterio, se optó por un ANOVA de medidas parcialmente repetidas con un factor, en el que se tomó como factor intra-sujetos, el *éxito* en las tareas con tres niveles (*éxito*₁, *éxito*₂, *éxito*₃), y como factor inter-sujetos, la edad (2.5, 3.5, 4.5 años). Los resultados pusieron de manifiesto una relación entre los niveles de la variable intra-sujetos: $F [1.93; 283.662] = 28.567; p = .000$. Concretamente, el porcentaje medio de éxito en la primera tarea fue significativamente superior a la alcanzada en el resto de tareas (T1 con respecto a T2: $\chi = 8.836; p = .000$; T1 con respecto a T3: $\chi = 3.362; p = .012$). Los éxitos en la tercera tarea también fueron más frecuentes que en la segunda de las tareas (T2 con respecto a T3: $\chi = -5.474; p = .000$). Es decir, los niños alcanzaron su meta en más ocasiones en la primera y tercera de las tareas, con una disminución considerable de logros en la segunda tarea.

Asimismo, se hallaron diferencias significativas por edad: $F [2; 147] = 30.786; p = .000$) para la variable éxito. En relación a esto, la estimación de parámetros (Tabla 9) refleja que en las tres tareas los niños de 4.5 años de edad lograron su meta en más ocasiones que los otros dos grupos.

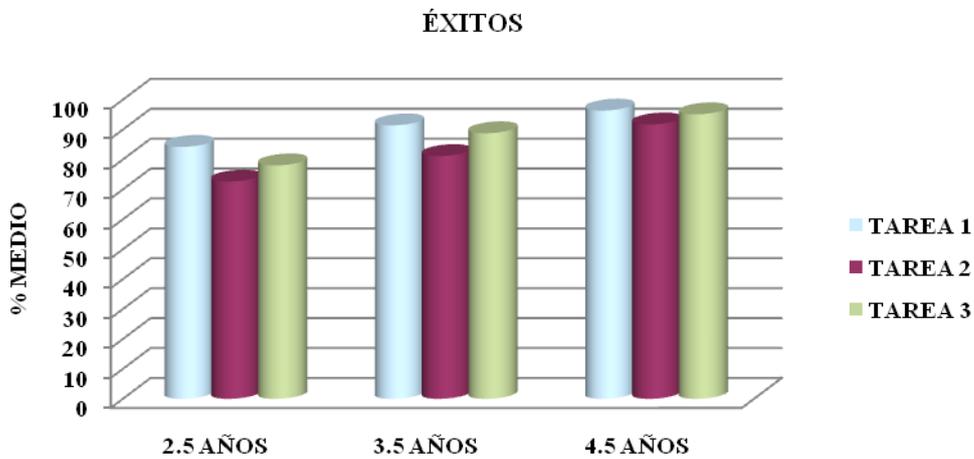
Tabla 9. Estimación de los parámetros de edad* para la variable éxito

Tarea	2.5 años de edad		3.5 años de edad	
	B	p	B	p
1	-12.128	.000	-4.940	.008
2	-19.094	.000	-10.586	.001
3	-17.091	.000	-6.332	.018

*Se tomó como referencia el grupo de 4.5 años de edad.

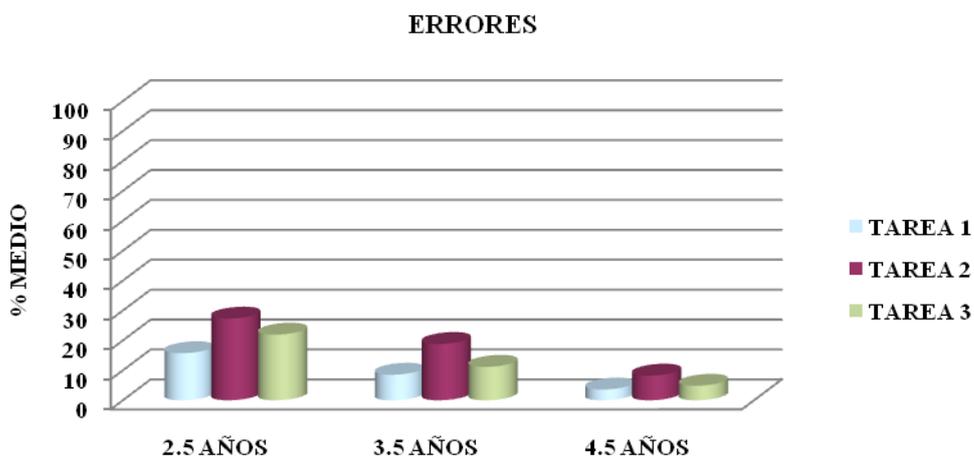
Esas diferencias también fueron evidentes entre los niños de 2.5 y 3.5 años de edad en el porcentaje de éxito alcanzado en las diferentes tareas, con una evidente ventaja para los niños de 3.5 años de edad. El *Gráfico 2* muestra la distribución del porcentaje de éxitos por tareas y edad. En dicho gráfico podemos observar una clara diferencia en el promedio de acciones exitosas de los sujetos en función de la tarea a realizar, así como diferencias significativas por edad.

Gráfico 2. Porcentaje medio de éxitos por tarea y edad



Por otro lado, en relación a la variable error o *fracaso* se siguió el mismo procedimiento de análisis que el modelado para analizar el éxito, obteniendo un resultado opuesto al encontrado para las acciones en las que el sujeto consiguió su objetivo (ver Gráfico 3).

Gráfico 3. Porcentaje medio de errores por tarea y edad



Los errores en la segunda tarea fueron significativamente superiores a los de las otras dos tareas (T1: $p = .000$; T3: $p = .012$). De igual modo, se encontró una clara

diferencia por edad en la media de errores independientemente de la tarea. En los gráficos anteriores se puede observar que los errores en las diferentes tareas y por grupos de edad fueron inversamente proporcionales a los éxitos encontrados.

5.3. TIPOS DE RESULTADOS RELACIONADOS CON ÉXITO Y ERROR

En el apartado anterior se pusieron de relieve las diferencias en la frecuencia de éxito y error de los niños en función de la edad y de la tarea. Sin embargo, en nuestra tarea distinguimos claramente entre diferentes tipos de resultados relacionados con el éxito, que están íntimamente ligados a si el sujeto tuvo dificultades para insertar la pieza al eje (*persistencia perceptiva o persistencia motora*), o si fue capaz de colocarla de forma inmediata (*acierto directo*). De igual modo sucede para las acciones erróneas del sujeto, dependiendo del tipo de situación que ha llevado al sujeto a errar (*perceptiva versus motora*) y de un resultado no satisfactorio ante ésta (*perseverancia, persistencia sin logro*). Los siguientes apartados recogen los resultados encontrados en relación con estas variables, obtenidos a través de un ANOVA de medidas parcialmente repetidas con un factor intra-sujetos (diferentes tipos de resultados relacionados con el éxito o el error en las tareas) y un factor inter-sujetos (grupo de edad).

5.3.1. Acierto Directo

El acierto directo supuso la inserción inmediata de la pieza en el eje. En este caso, el sujeto no tuvo dificultades para el ajuste motor de la pieza al eje, ni colocó la pieza en diferentes ejes hasta conseguir encajar la misma. Por tanto, este tipo de resultado está relacionado con un mayor control del sujeto tanto de sus respuestas

motoras para el ajuste (orientación adecuada de la pieza al eje, movimientos precisos) como de sus decisiones perceptivas (seleccionar el criterio que mejor se adapta a las características de las tareas).

Para su análisis se tomó como factor intra-sujetos los aciertos directos con tres niveles (tarea1, tarea2, tarea3), y como factor inter-sujetos, la edad (2.5, 3.5, 4.5 años). Los resultados mostraron una relación significativa para los tres niveles de la variable *acierto directo*: $F [2; 294] = 57.058$; $p = .000$. En concreto, se encontraron diferencias significativas entre las tres tareas, con un porcentaje medio de aciertos directos mayor para la primera tarea en comparación con las otras dos tareas (con respecto a T2: $\chi = 14.338$; $p = .000$; con respecto a T3: $\chi = 9.963$; $p = .000$), que también fue superior para la tercera tarea con respecto a la segunda: $\chi = 4.375$; $p = .000$.

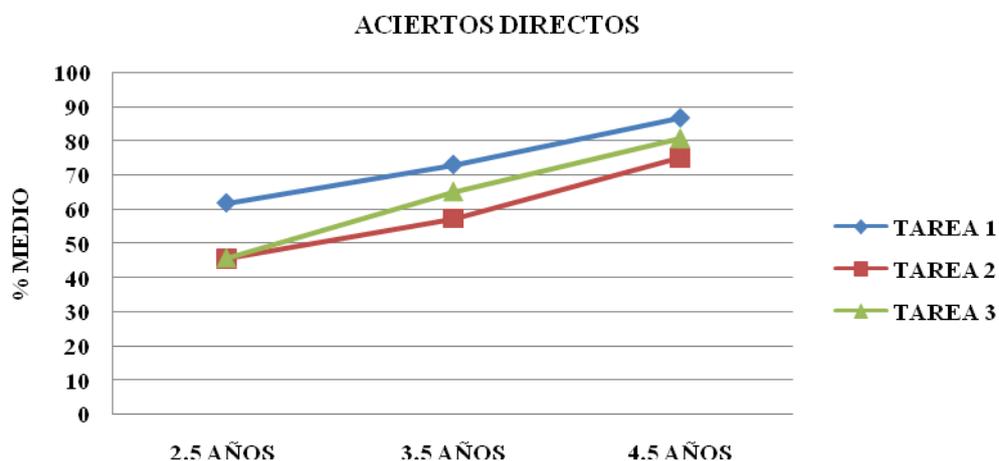
Por otro lado, se halló una relación significativa para la interacción de las variables *acierto directo* y *grupo de edad*: $F [4; 294] = 2.961$; $p = .020$. En las diferentes tareas, los niños de 2.5 años de edad y los niños de 3.5 años obtuvieron significativamente menos aciertos directos que los niños de 4.5 años de edad (ver Tabla 10). En concreto, las comparaciones por pares, a partir de los contrastes del test de Bonferroni, mostraron que el porcentaje medio de aciertos directos fue significativamente inferior en los niños de 2.5 años de edad con respecto al grupo de 3.5 años de edad: $\chi = -14.135$; $p = .000$ y a los sujetos de 4.5 años de edad: $\chi = -29.856$; $p = .000$; así como en los niños de 3.5 años de edad en comparación con los 4.5 años de edad: $\chi = -15.721$; $p = .000$.

Tabla 10. Aciertos directos por tarea y edad*

Tarea	2.5 años de edad		3.5 años de edad	
	B	p	B	p
1	-24,897	.000	-13,735	.000
2	-29,682	.000	-17,890	.000
3	-34,988	.000	-15,537	.000

*Se tomó como referencia el grupo de 4.5 años de edad.

En el *Gráfico 4* se puede observar un descenso significativo en el porcentaje de acciones ligadas con aciertos directos en las dos tareas que implicaban mayor complejidad (tarea 2 y tarea 3) con respecto a la primera tarea; asimismo, se aprecia un aumento en el porcentaje de este resultado con la edad.

Gráfico 4. Aciertos directos por tarea y edad

6.3.2. Persistencia: Perceptiva y Motora

El concepto de persistencia estuvo conectado con el concepto de dificultad para seleccionar el eje de inserción (*persistencia perceptiva*) o para el ajuste motor de la pieza al eje (*persistencia motora*); así como con la respuesta activa del sujeto ante tal dificultad. Es decir, los niños, ante la imposibilidad de ajustar la pieza al eje, modificaron su respuesta inicial, bien cambiando de eje (*perceptiva*), o bien modificando la orientación o agarre de la pieza (*motora*) para conectarla con la forma del eje. Esos cambios le permitieron alcanzar su meta, esto es, insertar la pieza en el eje.

Los resultados obtenidos a través de un análisis de medidas repetidas, tomando como factor intra-sujetos la persistencia perceptiva con tres niveles (tarea1, tarea2, tarea3), y como factor inter-sujetos, la edad (2.5, 3.5, 4.5 años), mostraron una relación significativa para la interacción de la persistencia perceptiva y grupo de edad: $F [3.782; 277.982] = 2.649; p = .037$, que difirió de la encontrada en los aciertos directos. En este caso, los niños de 2.5 años y 3.5 años de edad mostraron un porcentaje de conductas persistentes significativamente mayor en comparación con el grupo de 4.5 años de edad (2.5 años: $\chi = 7.916; p = .000$; 3.5 años: $\chi = 4.736; p = .004$), sin hallarse diferencias significativas entre los primeros. Asimismo, se encontró una relación para los niveles de la variable persistencia perceptiva: $F [1.891; 277.982] = 74.466; p = .000$, con una diferencia del porcentaje medio de conductas persistentes significativamente inferior en la primera tarea en comparación con las otras dos tareas (para la T2: $\chi = -11.518; p = .000$; y para la T3: $\chi = -9.899; p = .000$).

Para analizar las posibles diferencias por edad y tarea en la frecuencia de aparición de respuestas motoras persistentes, que permitieron al sujeto insertar las piezas en los ejes, se siguió el mismo diseño de medidas repetidas. En esta ocasión, el factor intra-sujetos fue la persistencia motora con tres niveles (tarea1, tarea2, tarea3), y el factor inter-sujetos, la edad (2.5, 3.5, 4.5 años). Los resultados pusieron de manifiesto una relación significativa entre los niveles de la variable persistencia motora: $F [2; 294] = 15.270$; $p = .000$. Concretamente, el test de Bonferroni arrojó valores de nivel crítico para las diferencias del porcentaje medio de conductas motoras persistentes en la resolución de las tareas, con un uso significativamente superior de éstas en la primera tarea con respecto a las otras dos tareas (comparada con T2: $\chi = 5.280$; $p = .000$; comparada con T3: $\chi = 2.957$; $p = .015$), y de la tercera tarea en comparación con la tarea 2: $\chi = 2.323$; $p = .025$). Es decir, los niños tuvieron más respuestas de persistencia motora para alcanzar el éxito tanto en la primera como en la tercera tarea, con una disminución de éstas en la segunda. Asimismo, la prueba para analizar el factor inter-sujetos mostró diferencias significativas por edad en persistencia motora (ver Tabla 11).

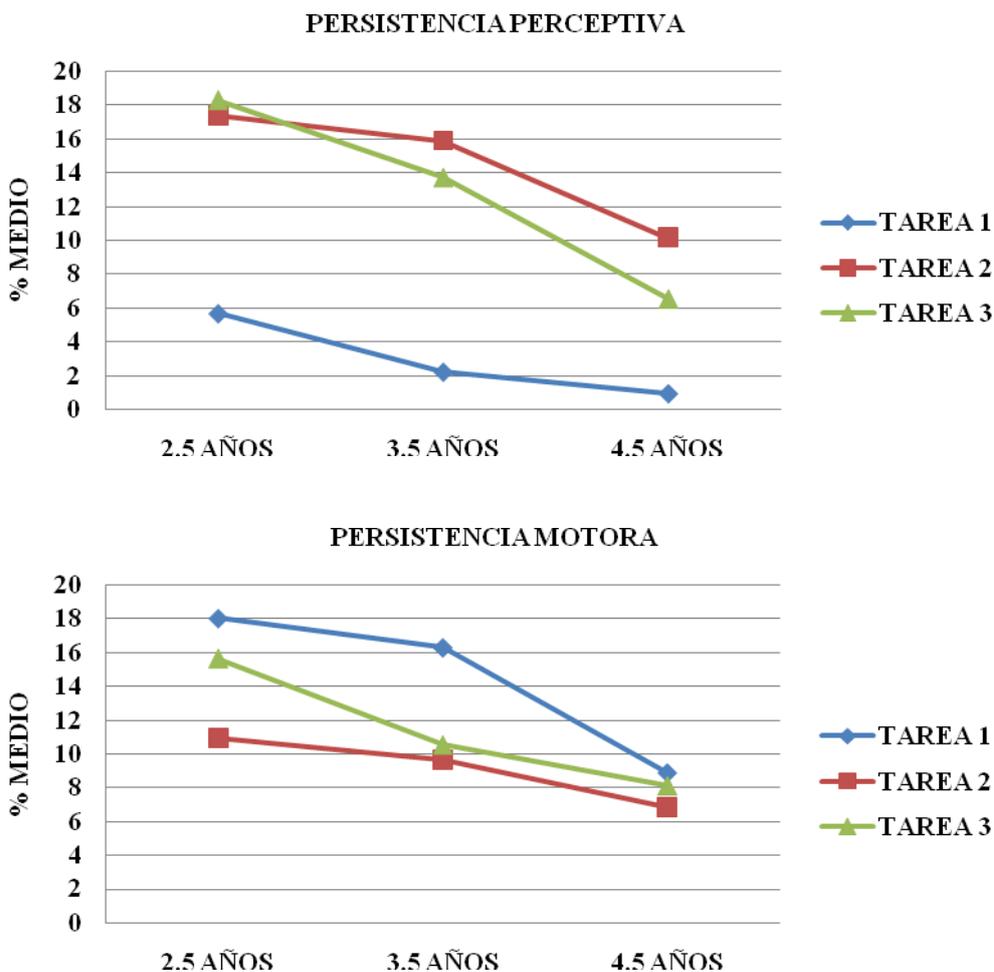
Tabla 11. Diferencias por edad en persistencia motora

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Intersección	61171,998	1	61171,998	532,103	,000
Grupo de edad	3690,615	2	1845,308	16,051	,000
Error	16899,502	147	114,963		

Los niños de 2.5 años y 3.5 años de edad tuvieron una media de respuestas motoras persistentes mayor en comparación con los sujetos de 4.5 años de edad (los 2.5 años de edad: $\chi = 6.946$; $p = .000$; los 3.5 años de edad: $\chi = 4.216$; $p = .002$).

La comparación de los resultados obtenidos en relación a los dos tipos de conductas persistentes (*perceptiva versus motora*) que los niños utilizaron para lograr el objetivo de las diferentes tareas (ver Gráfico 5), pone de manifiesto una evolución interesante de las medidas de persistencia.

Gráfico 5. Respuestas de persistencia por tarea y edad



En la primera tarea, que se había diseñado específicamente para facilitar *perceptivamente* la “construcción” de la meta de las tareas (*insertar las piezas en los ejes*), los sujetos mostraron un escaso porcentaje de respuestas persistentes para “encontrar” el eje correcto (las piezas y sus ejes de inserción coincidían en color y forma); sin embargo, a medida que la discrepancia entre piezas y ejes aumentó (p. e., en la segunda tarea la relación entre éstos se debía establecer únicamente en base a su forma geométrica), también se observó un incremento en el porcentaje de conductas *perceptivamente* persistentes, especialmente en los dos grupos de menor edad.

Por otro lado, la inserción de las piezas en los ejes exigía una respuesta motora específica y precisa en cada una de las tareas, por lo que el mayor porcentaje de comportamientos persistentes en la primera tarea fue debido a las dificultades de los sujetos para el ajuste motor, pudiendo observar una disminución del mismo en las otras dos tareas.

5.3.3. Perseverancia: Perceptiva y Motora

Este apartado inicia el bloque de resultados relacionados con los errores en la tarea. El concepto de perseverancia implicó la elección de un criterio irrelevante, ya fuera motor o perceptivo, para colocar una pieza sobre un eje, unido a la ausencia de cambio flexible de esa decisión inicial, lo que llevó al sujeto a no alcanzar la meta de la tarea (*insertar la pieza en el eje*).

Los resultados obtenidos a partir de un análisis de varianza de medidas repetidas evidenciaron una relación significativa entre los niveles del factor *perseverancia*

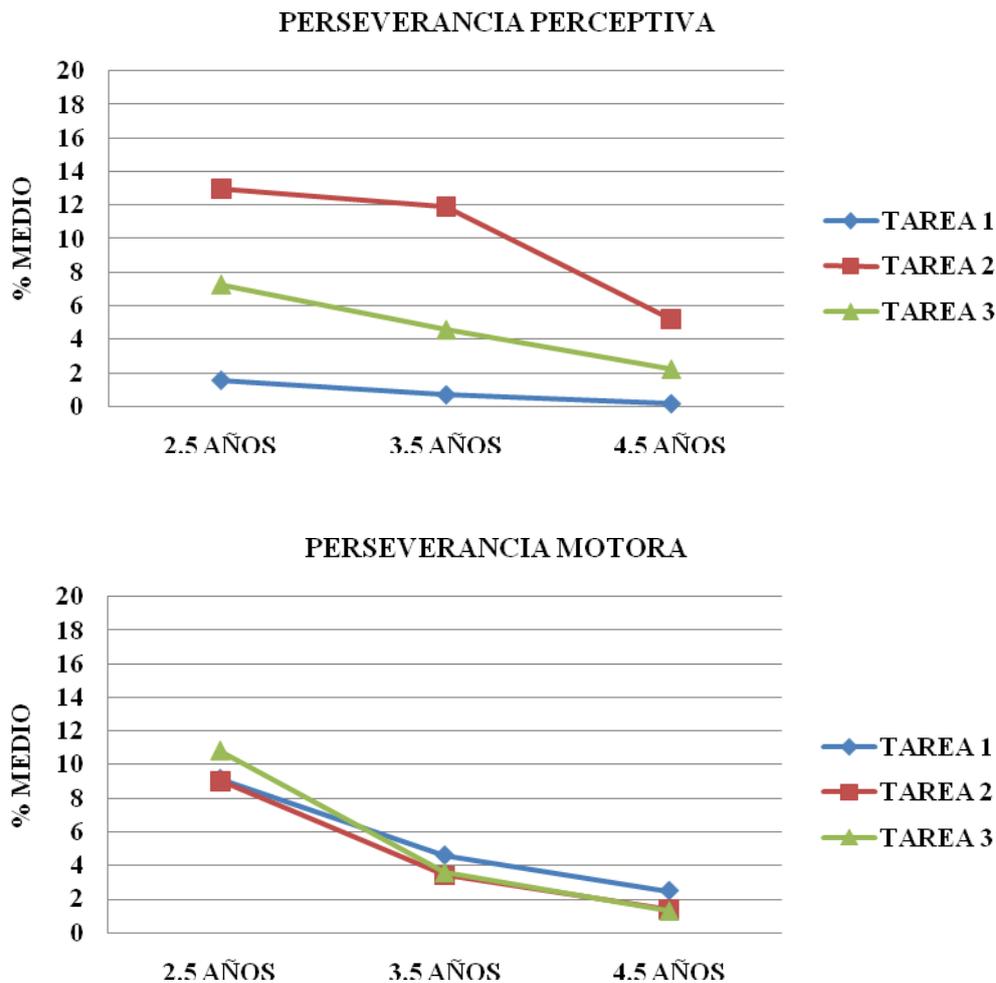
perceptiva: $F [1.839; 270.275] = 55.619$; $p = .000$), y para la interacción de ésta con el grupo de edad: $F [3.677; 270.275] = 3.130$; $p = .018$. En concreto, los niños de 2.5 años de edad mostraron mayor porcentaje de respuestas perseverantes ante las discrepancias perceptivas entre piezas y ejes en las tareas, en comparación con el grupo de 4.5 años de edad, e independientemente de la tarea a realizar (T1: $B = 1.385$; $p = .037$; T2: $B = 7.777$; $p = .001$; T3: $B = 5.000$; $p = .005$). Por su parte, el porcentaje de respuestas perceptivamente perseverantes en los niños de 3.5 años de edad, sólo fue superior con respecto al grupo de mayor edad en la resolución de la segunda tarea: $B = 6.678$; $p = .006$. De hecho, la comparación de medias a través del test de Bonferroni arrojó diferencias significativas tanto por edad como por tareas. Comparados con el grupo de 2.5 años de edad, los niños de 4.5 años de edad mostraron un porcentaje medio de respuestas perseverantes significativamente menor: $\chi = -4.721$; $p = .001$; así como en comparación con los niños de 3.5 años de edad: $\chi = -3.178$; $p = .033$. Asimismo, en relación con la distribución de las respuestas perseverantes por tareas, los resultados evidenciaron un porcentaje significativamente superior de las mismas en la tarea dos (con respecto a la T1: $\chi = 9.198$; $p = .000$; con respecto a la T3: $\chi = 5.342$; $p = .000$), y en la tercera tarea con respecto a la primera: $\chi = 3.855$; $p = .000$).

Por otro lado, los análisis de medidas repetidas aplicados a la medida de *perseverancia motora*, arrojaron diferencias significativas para las pruebas de efectos inter-sujetos: $F [2; 147] = 30.897$, $p = .000$. Concretamente, se encontró que sólo los niños de 2.5 años de edad fueron más perseverantes en sus respuestas motoras cuando la dificultad fue específica del ajuste motor de la pieza al eje. En relación a esto, contrastes

por edad mostraron diferencias en el porcentaje medio de conductas perseverantes, siendo significativamente superior en los niños de 2.5 años de edad en comparación con el grupo de 3.5 años de edad: $\chi = 5.809$; $p = .000$; y con el grupo de 4.5 años de edad: $\chi = 7.953$; $p = .000$. Sin embargo, no se hallaron diferencias entre las tareas para el porcentaje de respuestas motoras perseverantes: $F [2; 294] = .880$; $p = .416$.

Estos resultados ponen de manifiesto un patrón similar al observado en las respuestas persistentes anteriormente descritas, que se puede observar en el *Gráfico 6*.

Gráfico 6. Respuestas de perseverancia por tarea y edad



De nuevo la primera tarea fue la menos demandante a nivel perceptivo (características de color y forma de los ejes y las piezas), con un porcentaje significativamente superior de conductas perseverantes en la segunda tarea, especialmente en los niños pertenecientes a los dos grupos de menor edad.

Por otro lado, en relación a la conducta de los niños ante dificultades para el ajuste motor de la pieza al eje, se puede observar un descenso significativo del porcentaje de acciones perseverantes en los dos grupos de mayor edad, sin diferencias significativas entre las tres tareas.

5.3.4. Persistencia Sin Logro: Perceptiva y Motora

Otro tipo de resultado vinculado a los errores en las tareas fue la persistencia sin logro (tanto perceptiva como motora). En este caso, aunque el sujeto modificó su respuesta inicial al no conseguir insertar la pieza de forma inmediata en el eje, este cambio no fue funcional y, finalmente, el sujeto desistió de su tentativa. Por tanto, los niños que manifestaron respuestas persistentes que no les permitieron alcanzar su meta, fueron sujetos capaces de “cambiar de estrategia” de resolución ante una dificultad inicial, pero este cambio no fue lo suficientemente funcional para permitirle lograr su objetivo.

Los resultados obtenidos a partir del ANOVA de medidas repetidas mostraron una relación significativa entre los niveles del factor *persistencia perceptiva sin logro* (tarea1, tarea2, tarea3): $F [2; 294] = 14.595; p = .000$. Asimismo, las pruebas de efectos inter-sujetos apuntaron diferencias significativas por edad para el porcentaje de

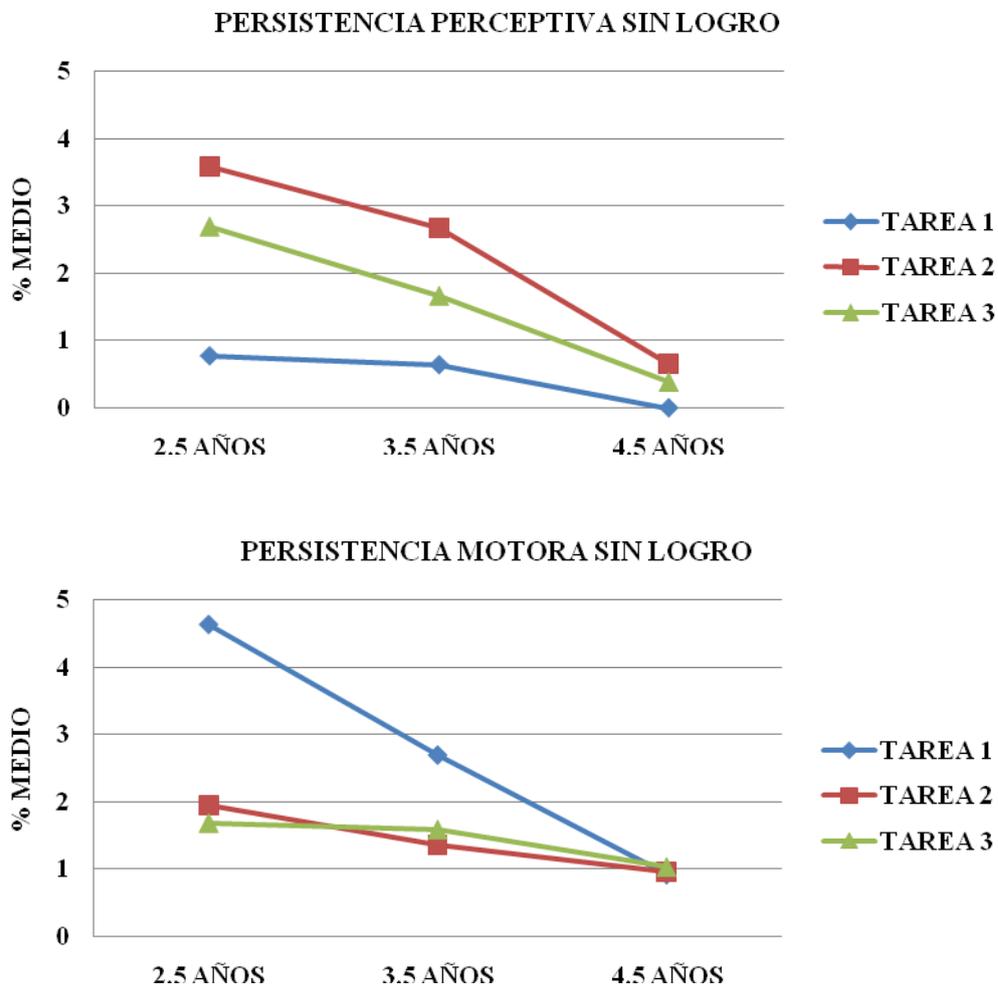
conductas persistentes sin logro: $F [2; 147] = 10.174; p = .000$. En concreto, los resultados pusieron de manifiesto que, a excepción de la primera tarea, los niños de menos edad mostraron un porcentaje mayor de respuestas de cambio no funcional (persistencia sin logro) que los sujetos de 4.5 años de edad. Así, con respecto a los niños de 2.5 años de edad, el porcentaje de persistencia perceptiva sin logro fue significativamente menor en los niños de 4.5 años de edad: $\chi = -2.005; p = .000$; y en comparación con el grupo de 3.5 años de edad: $\chi = -1.315; p = .012$. Por otro lado, los resultados revelaron que tanto la segunda como la tercera tarea fueron el escenario principal para la aparición de este tipo de respuesta, no existiendo diferencias significativas entre ambas (con respecto a la T1, la T2 fue: $\chi = 1.832; p = .000$; y con respecto a la T1, la T3 fue: $\chi = 1.108; p = .004$).

Los resultados encontrados en relación a la *persistencia motora sin logro* evidenciaron una relación significativa tanto para los niveles del factor intra-sujetos: $F [2; 294] = 8.249; p = .000$, como para la interacción de la variable persistencia motora sin logro con el grupo de edad: $F [4; 294] = 3.379, p=.010$). Los resultados mostraron que fue el grupo de 2.5 años de edad el que difirió significativamente del resto, fundamentalmente en la primera tarea. En este sentido, las comparaciones por pares tomadas del test de Bonferroni pusieron de manifiesto diferencias de medias entre los 2.5 años de edad y los 4.5 años de edad: $\chi = 1.786; p = .000$, y entre la primera tarea comparada con la segunda: $\chi = 1.327; p = .003$ y tercera: $\chi = 1.313; p = .002$).

El *Gráfico 7* representa un patrón de comportamiento similar al observado tanto en las conductas persistentes como perseverantes, previamente comentadas. De nuevo,

las respuestas perceptivas persistentes sin logro fueron significativamente superiores en la segunda tarea, tanto a los 2.5 años de edad como a los 3.5 años. A nivel motor, los sujetos tuvieron más dificultades para el ajuste de la pieza al eje fundamentalmente en la primera tarea, lo que a su vez llevó a un mayor porcentaje de respuestas motoras persistentes que finalmente no facilitaron la inserción de la pieza.

Gráfico 7. Respuestas de persistencia sin logro por tarea y edad



5.4. CRITERIOS DE RESOLUCIÓN

En este apartado se comparan por edad los diferentes tipos de criterios que los niños utilizaron para enfrentarse a la resolución de las tareas, así como la posible vinculación de tales criterios con un determinado tipo de respuesta (*acierto directo, persistencia, perseverancia*).

5.4.1. Criterio Color-Forma (CF)

Este apartado está integrado por una serie de análisis realizados para estimar las posibles diferencias por edad en el uso del criterio color-forma, así como el tipo de relación entre éste y el éxito en la tarea.

En el contexto de las diferentes tareas planteadas a los sujetos, el criterio fundamentado en el color-forma puede ser considerado como el criterio relevante en cada una de las tareas, aunque con ciertos matices. ¿A qué nos referimos cuando hablamos de matices en el criterio color-forma? La característica determinante en las tres tareas fue la *forma*, mientras que el color se introduce inicialmente (primera tarea) como un facilitador para alcanzar la meta, pasando a adoptar en la segunda tarea un papel de distractor; mientras que en la tercera tarea esos dos roles (facilitador/distractor) convergen. Por tanto, el criterio color-forma se ha considerado como una estrategia global vinculada a lo que otros autores han denominado “relevante” (Diamond et al., 2003) o “coherente” (Kloo et al., 2008) en tareas utilizadas para evaluar también el cambio de representación o “*set sifting*” (Rennie, Bull y Diamond, 2004).

En primer lugar, se analizó el uso del criterio color-forma en función de la tarea y de la edad. Para ello se llevó a cabo un análisis de medidas parcialmente repetidas, tomando como factor intra-sujetos el criterio color-forma con sus tres niveles (criterioCFt1, criterioCFt2, criterioCFt3) y como factor inter-sujetos la edad (2.5, 3.5, 4.5 años). Los resultados de este análisis mostraron una relación significativa para los niveles del *criterio color-forma*: $F [1.914; 281.418] = 197.249$; $p = .000$, y para la interacción del criterio CF con la edad: $F [3.829; 281.418] = 9.004$; $p = .000$). Una observación más detallada de los resultados obtenidos en este análisis (ver Tabla 12) informó sobre un uso significativamente menor de este criterio en el grupo de los 2,5 años de edad con respecto al grupo de mayor edad, independientemente de la tarea; así como en el grupo de 3.5 años de edad, que utilizó este criterio en menos ocasiones que los niños de 4.5 años de edad, tanto en la segunda como en la tercera tarea. Asimismo, las comparaciones por pares tomando el ajuste de Bonferroni, mostraron diferencias significativas para el porcentaje medio de uso del criterio color-forma entre los dos grupos de menos edad, en concreto los niños de 2.5 años de edad utilizaron menos este criterio con respecto al grupo de 3.5 años de edad: $\chi = -12.074$; $p = .001$.

Tabla 12. Criterio color-forma por tareas y edad*

Tarea	2.5 años de edad		3.5 años de edad	
	B	p	B	p
1	-12.004	.000	-3.407	.213
2	-32.958	.000	-23.052	.000
3	-30.623	.000	-12.946	.003

*Se tomó como referencia el grupo de 4.5 años de edad.

5.4.2. Criterio Ensayo-Error (EE) y Criterio Pieza Previa (PP)

Frente al criterio CF, que se tomó como referente para contemplar una toma de decisiones fundamentada en la relación entre las características relevantes de las piezas y los ejes (forma y/o color), se analizó el uso de otros criterios adoptados por los sujetos en la resolución de las tareas. Éstos fueron el criterio Ensayo-Error (EE) y el criterio Pieza-Previa (PP). La elección de este tipo de criterios implicó una actuación supeditada al éxito previamente alcanzado (PP) y a la conducta exploratoria del sujeto en las tareas (EE). Por lo tanto, podríamos plantear que el uso de estos criterios estaría respondiendo a un comportamiento más básico y primitivo en los niños. En este sentido, cabría esperar diferencias por edad y por tareas en el uso de los mismos, es decir, a medida que la complejidad de la tarea se incrementase, el uso de estos criterios probablemente sería más necesario y frecuente, sobre todo en los niños de menor edad. Para analizar estas posibles diferencias se optó por un diseño de medidas parcialmente repetidas con un factor intra-sujetos (tipo de criterio) con tres niveles (tarea 1, tarea 2, tarea 3) y un factor inter-sujetos (grupo de edad). Los resultados obtenidos en referencia al uso del *criterio ensayo-error* (EE) evidenciaron una relación significativa entre los tres niveles de la variable (EEtarea1; EEtarea2; EEtarea3): $F [1.94; 285.154] = 88.530$; $p = .000$; así como una interacción significativa entre grupo de edad y uso del criterio EE: $F [3.88; 285.154] = 3.479$; $p = .009$. Asimismo, se hallaron diferencias significativas por edad en el porcentaje de uso del criterio EE: $F [2; 147] = 26.429$; $p = .000$), independientemente de la tarea realizada (Tabla 13).

Tabla 13. Criterio ensayo-error por tareas y edad*

Tarea	2.5 años de edad		3.5 años de edad	
	B	p	B	p
1	8.650	.000	2.892	.109
2	14.554	.000	9.007	.001
3	18.665	.000	9.528	.001

*Se tomó como referencia el grupo de 4.5 años de edad.

Concretamente, se encontró que el porcentaje de uso de este criterio fue significativamente mayor en los niños de 2.5 años de edad con respecto a los 3.5 años de edad: $\chi = 6.814$; $p = .002$; y a los 4.5 años: $\chi = 13.956$; $p = .000$. También se hallaron diferencias significativas en el porcentaje medio de uso del criterio EE entre los niños de 3.5 y 4.5 años de edad, siendo éste superior en el grupo de menor edad: $\chi = 7.142$; $p = .001$. De igual modo, a través de las comparaciones por pares del test de Bonferroni se encontraron diferencias en el uso de este criterio en función de la tarea. En concreto, los resultados mostraron que la tarea en la que menos presente estuvo este criterio fue la primera (en la T2 el porcentaje de uso del criterio EE fue significativamente mayor que en la T1: $\chi = 14.474$; $p = .000$; al igual que en la T3: $\chi = 12.430$; $p = .000$).

Por otro lado, para el criterio pieza-previa (PP) los resultados mostraron una relación significativa, tanto para los niveles del factor intra-sujetos (PPtarea1; PPtarea2; PPtarea3): $F [1.703; 250.293] = 108.922$; $p = .000$, como para la interacción entre el criterio PP y la edad: $F [3.405; 250.293] = 6.614$; $p = .000$. De igual modo, se hallaron

diferencias significativas por edad en el uso de esta estrategia de resolución: $F [2; 147] = 15.431$; $p = .000$ (ver Tabla 14).

Tabla 14. Criterio pieza-previa por tareas y edad*

Tarea	2.5 años de edad		3.5 años de edad	
	B	p	B	p
1	3.498	.010	.410	.758
2	18.498	.000	14.045	.000
3	11.815	.000	3.191	.222

*Se tomó como referencia el grupo de 4.5 años de edad.

La comparación por pares a través del test de Bonferroni pusieron de manifiesto un mayor porcentaje medio de uso de la pieza previa como criterio de resolución en el grupo de 2.5 años de edad; en concreto, en relación a los 3.5 años de edad ese porcentaje medio fue significativamente superior: $\chi = 5.389$; $p = .029$; así como en su comparación con los niños de 4.5 años de edad: $\chi = 11.271$; $p = .000$. En el caso de los niños de 3.5 años de edad, las diferencias en el porcentaje medio de uso del criterio de pieza previa fue significativo en su comparación con los sujetos de 4.5 años de edad: $\chi = 5.882$; $p = .012$. En cuanto a las diferencias por tareas, se encontró que el promedio de uso de este criterio fue significativamente mayor en la segunda tarea con respecto a la primera: $\chi = 20.637$; $p = .000$, y la tercera tarea: $\chi = 12.722$; $p = .000$. Asimismo, se hallaron diferencias significativas entre éstas dos últimas, con un mayor porcentaje medio de uso de este criterio para la tarea 3 en comparación con la tarea 1: $\chi = 7.915$; $p = .000$.

En base a los hallazgos encontrados se puede sugerir que la diversidad de estrategias de resolución dentro de una misma tarea estuvo en cierto modo motivada por el aumento de la complejidad de la tarea. En este sentido, se puede observar (Tabla 15) una distribución bastante “equitativa” de los tres criterios analizados para la resolución de la segunda y la tercera tarea, fundamentalmente en los dos grupos de menor edad. Por tanto, mientras que en la primera tarea aproximadamente el 90% de los niños que participaron en el estudio utilizaron predominantemente el criterio relevante (color-forma), en las otras dos tareas sólo los niños de 4.5 años de edad mostraron menor variabilidad en el tipo de estrategia utilizado para la inserción de las piezas en los ejes.

Tabla 15. Criterios de resolución (CF, EE, PP) por tareas y edad*

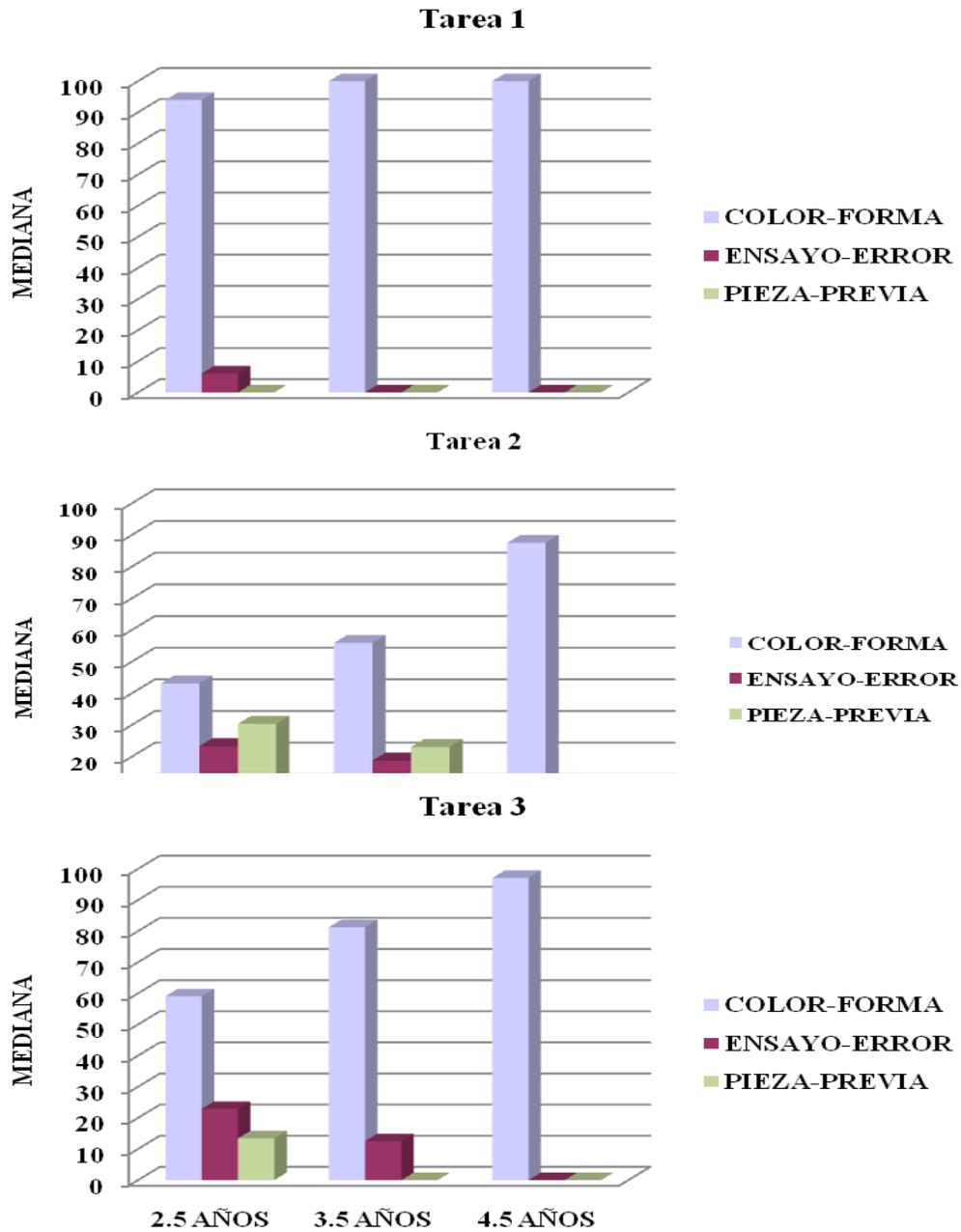
GRUPO DE EDAD	CRITERIO C-F			CRITERIO E-E			CRITERIO P-P		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
2.5 AÑOS	86.20	43.72	56.75	9.92	26.30	26.82	3.98	30.07	16.51
3.5 AÑOS	94.94	53.63	74.43	4.17	20.75	17.68	0.89	25.62	7.89
4.5 AÑOS	98.24	76.68	87.37	1.28	11.74	8.15	0.48	11.57	4.70

* Es el porcentaje medio de uso para cada tipo de criterio de resolución.

Pese a encontrar diferencias por edad y tareas en el uso de las estrategias de resolución, la distribución de la muestra no presentó una distribución normal, por lo que tomar estos resultados como definitivos iría en contra del rigor científico de nuestra investigación. Por ello, los datos se sometieron a una prueba no paramétrica. En concreto, se aplicó el estadístico de Friedman, que arrojó un valor del nivel crítico de (p

= .000). Esto implica que los porcentajes medios comparados (p. e., criterioCF) son diferentes en los tres momentos considerados (tarea 1, tarea 2, tarea 3). Por tanto, este resultado nos permite concluir que independientemente de la distribución libre de la muestra de estudio, las variables analizadas difieren en función del tipo de tarea. Es decir, podemos asumir que existen diferencias por edad y por tareas en función del tipo de estrategia utilizado por los niños. Estas diferencias se reflejan a continuación a través de un gráfico comparativo (ver Gráfico 8) de los porcentajes de uso de los diferentes criterios utilizados por los niños para resolver cada una de las tareas (se han tomado los valores de la *mediana*). Si se observa detenidamente dicha representación se puede constatar que el criterio utilizado preferentemente en todas las tareas fue el criterio relevante de color-forma, aunque su uso descendió significativamente en las dos tareas que implicaron mayor complejidad perceptiva. El mayor uso de otros criterios como el ensayo-error o la pieza-previa en la segunda y tercera tarea fue fundamentalmente evidente en los niños de menos edad, observando una distribución muy similar en la segunda tarea entre los niños de 2.5 y 3.5 años de edad en el porcentaje de uso de los criterios de resolución.

Gráfico 8. Criterios de resolución por tarea y edad



5.4.3. Tipo de Resultado y Criterios de Resolución

Para analizar la posible relación entre los resultados alcanzados (éxito o error) en las tareas y los diferentes criterios que los niños adoptaron para resolver las mismas (CF, EE, PP), se optó por un diseño de análisis de covarianza (ANCOVA). Se tomaron como covariantes los *aciertos directos*, *la persistencia perceptiva*, *la persistencia perceptiva sin logro* y *la perseverancia perceptiva*. De igual modo, debido a la propia definición de las variables analizadas, se descartaron algunas relaciones en la descripción de los resultados (p. e., los aciertos directos con el criterio EE, ya que uno de los requisitos para hablar de acierto directo fue la inserción inmediata en el primer eje seleccionado).

En primer lugar, se encontraron diferencias significativas por edad (factor o variable independiente) en el promedio de aciertos directos (variable de respuesta), que no estuvieron afectadas por el criterio color-forma (covariante). Los resultados mostraron que el efecto del grupo de edad (tomada como factor en este diseño) sobre la variable de respuesta, *acierto directo*, fue significativo; así como una influencia significativa del criterio CF en ese tipo de éxito (ver Tabla 16). Estos resultados pusieron de manifiesto nuevamente que el promedio de aciertos directos fue mayor en el grupo de 4.5 años de edad, descendiendo progresivamente en los grupos de menor edad. Asimismo, un incremento en el uso del criterio color-forma como estrategia de resolución estuvo relacionado con un mayor porcentaje de aciertos directos en las tareas. La *Tabla 16* muestra las relaciones encontradas para el factor y la covariante con respecto a la variable de respuesta, en cada una de las tareas.

Tabla 16. Aciertos directos por edad y criterio CF

TAREAS	VARIABLES	B	F	P
1	EDAD 2.5	-17.495	26.519	.000
	3.5	-11.636		
	CRITERIO CF	.615	77.518	.000
2	EDAD 2.5	-12.008	9.938	.000
	3.5	-5.528		
	CRITERIO CF	.536	184.583	.000
3	EDAD 2.5	-16.426	16.397	.000
	3.5	-7.691		
	CRITERIO CF	.606	163.033	.000

Otro de los criterios relacionados con los aciertos directos fue el criterio pieza previa. Los resultados encontrados evidenciaron diferencias significativas entre el criterio PP (covariante) y los aciertos directos (variable dependiente). Además, los efectos de la edad sobre la variable de respuesta no estuvieron afectados por las variaciones en el uso de PP como estrategia de resolución. En este sentido, los resultados confirmaron los hallazgos previos referentes a las diferencias por edad en el porcentaje medio de aciertos directos conseguidos por los sujetos, siendo éste mayor a medida que aumentó el rango de edad. En cuanto a la relación entre acierto directo y uso del criterio PP, los resultados obtenidos pusieron de manifiesto una interacción negativa entre ambas variables; es decir, los niños que utilizaron en más ocasiones este tipo de criterio, obtuvieron menos aciertos directos (ver Tabla 17).

Tabla 17. Aciertos directos por edad y criterio PP

TAREAS	VARIABLES	B	F	P
1	EDAD 2.5	-21.795	33.839	.000
	3.5	-13.302		
	CRITERIO PP	-.887	30.071	.000
2	EDAD 2.5	-21.291	20.789	.000
	3.5	-11.520		
	CRITERIO PP	-.454	49.724	.000
3	EDAD 2.5	-27.985	32.852	.000
	3.5	-13.646		
	CRITERIO PP	-.593	34.012	.000

Por otro lado, para analizar las posibles relaciones entre los tipos de criterios de resolución empleados por los niños y los errores en las tareas tomamos como variable de respuesta la *perseverancia perceptiva*. En esta ocasión se utilizó un diseño de regresión lineal simple para conocer la relación entre el promedio de perseverancia perceptiva y el criterio de pieza previa (predictor) en cada una de las tareas. Los resultados obtenidos mostraron una relación significativa entre el uso del criterio de PP y el promedio de respuestas perseverantes en las tareas. De hecho, el mayor uso del criterio PP explicó en más de la mitad las respuestas de perseverancia perceptiva observadas en las tareas (ver Tabla 18).

Tabla 18. Perseverancia perceptiva y criterio PP por tareas

TAREAS	R ²	F	P
1	.594	216.269	.000
2	.566	193.221	.000
3	.697	339.653	.000

5.5. CONDUCTAS RELACIONADAS CON EL AJUSTE MOTOR

En este último apartado de resultados se agrupan aquellos hallazgos obtenidos sobre las diferentes respuestas motoras de los sujetos en la resolución de las tareas. La forma del orificio central de las piezas debía alinearse perfectamente con la forma de los ejes. De no ser así, los niños podrían encontrar dificultades para ajustar la pieza, pese a haber seleccionado el criterio de color-forma correcto. Por tanto, la fuente de error o éxito en las tareas no estuvo supeditada exclusivamente a la elección de una de las estrategias descritas anteriormente, sino que dependió también de la precisión y control de los movimientos manuales de los sujetos.

En este sentido, el análisis de las conductas motoras de los niños en la resolución de las tareas fue fundamental, con el fin de conocer en qué medida éstas modularon el resultado hasta conseguir alcanzar el objetivo. Uno de los aspectos a tener en cuenta, fue si existieron diferencias por edad y tarea en el uso de los dos posibles ajustes manuales de la pieza al eje, esto es *ajuste unimanual versus bimanual*. Por otro lado, como ya se mencionó previamente, la orientación de la pieza con respecto al eje fue fundamental

para lograr la inserción de la misma; por lo que se analizó la conducta de llevar la pieza orientada al eje en vinculación con la capacidad de los niños para anticiparse o ajustar sus movimientos al resultado final de su acción. Frente a esto, la modificación de dicha orientación tras una dificultad inicial para el ajuste se relacionó con flexibilidad motora del sujeto en busca de su meta final; mientras que aquellos sujetos que no modificaron la orientación de la pieza cuando tuvieron dificultades para su inserción en el eje, dieron muestra de mayor rigidez para el cambio. Asimismo, se analizaron las características de los movimientos de los niños, es decir, la precisión, control y precisión de los movimientos manuales versus la falta de control y la fuerza bruta como medio de lograr la inserción de la pieza al eje.

5.5.1. Tipo de ajuste: unimanual versus bimanual

Las características de forma de los objetos puestos en relación en las tareas (pieza con eje) exigían de un tipo de ajuste manual preciso y controlado. En este sentido, el agarre bimanual posiblemente otorgó más estabilidad a la pieza y facilitó su inserción. Para analizar el tipo de ajuste manual utilizado por los niños en la inserción de las piezas al eje se optó por un análisis de covarianza. Era necesario controlar otras variables que pudieran estar afectando los resultados obtenidos. Es decir, tanto el ajuste unimanual como el bimanual implicaron formas distintas de inserción de la pieza al eje, por lo que es esperable que aquellos sujetos que tuvieron dificultades para cambiar de criterio perceptivo (color-forma), o que no fueron funcionales en el cambio, también tuvieran menos ajustes. Por ello, se tomó como variable de respuesta el tipo de ajuste (bimanual o unimanual) y como covariante los errores, siendo el factor fijo la edad

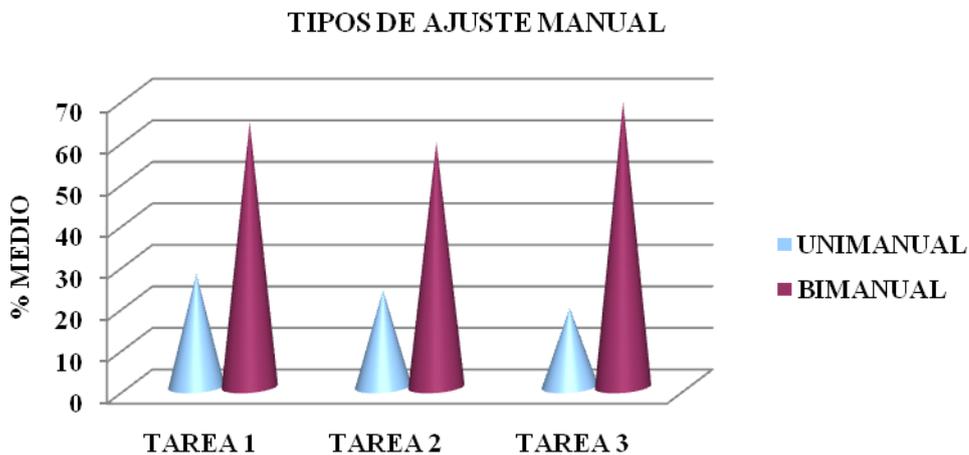
(variable independiente). Los resultados no mostraron diferencias significativas por edad en el tipo de ajuste utilizado (Tabla 19), ya que, en general, los sujetos insertaron las piezas en los ejes bimanualmente en las tres tareas (Gráfico 9).

Tabla 19. Porcentaje medio de tipos de ajuste motor por tarea y edad

EDAD	TAREA 1		TAREA 2		TAREA 3	
	UNIMAN*.	BIMAN**.	UNIMAN.	BIMAN.	UNIMAN.	BIMAN.
2.5 (N=48)	25.89	58.47	19.13	53.61	14.86	63.26
3.5 (N=50)	27.49	63.95	22.99	58.16	20.68	68.12
4.5 (N=52)	28.24	68.14	27.28	64.46	21.05	74.08

* Ajuste unimanual. ** Ajuste bimanual

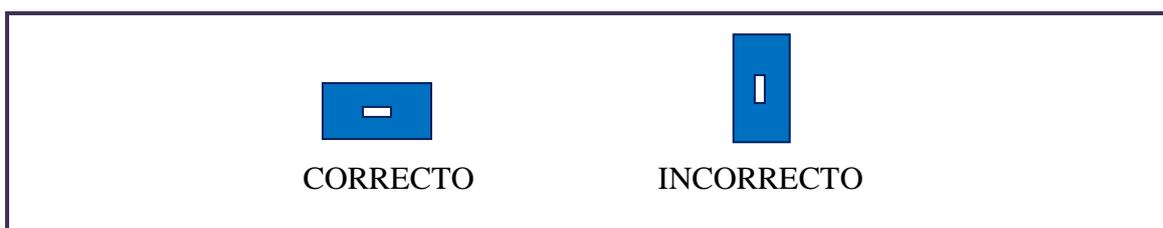
Gráfico 9. Porcentaje medio de ajuste unimanual y bimanual por tareas



5.5.2. Orientación de la pieza con respecto al eje

La inserción de las piezas en los ejes supuso alinear de forma específica ambos objetos. El tamaño del orificio de las piezas no difirió demasiado del diámetro de la parte superior del eje, por lo que el ajuste sólo fue posible a través de la orientación correcta de los vértices de las piezas con respecto a los de los ejes. Es decir, si el sujeto colocaba la pieza sobre el eje con la posición incorrecta (ver Imagen 5), necesariamente tenía que modificar esta orientación para alcanzar su objetivo. Por tanto, los análisis realizados se orientaron a conocer las posibles diferencias por edad en el momento en el que los sujetos orientaron la pieza para hacerla encajar al eje (*anticipación versus modificación tras dificultad*). De igual modo, teniendo en cuenta que una fuente de error en la tarea pudo ser la incorrecta orientación de la pieza, se analizaron las posibles relaciones entre esta respuesta de manipulación y el tipo de resultado alcanzado por los niños en las tareas.

Imagen 5. Ejemplo de orientación correcta de una pieza para su inserción en el eje



5.5.2.1. Coge la pieza orientada

Los resultados, obtenidos a partir de un análisis de medidas parcialmente repetidas, mostraron una relación significativa para los tres niveles del factor intra-sujetos *coge orientada*: $F [2; 294] = 18.031$; $p=.000$, y para la interacción entre esta

respuesta motora y el grupo de edad: $F [4; 294] = 3.305; p=.011$. Se encontraron diferencias para el porcentaje medio de piezas orientadas correctamente cuando se comparó por tareas, de modo que el porcentaje de piezas orientadas en la segunda tarea fue significativamente menor que en la primera tarea: $\chi = -7.056; p = .000$, y que en la tercera tarea: $\chi = -4.916; p = .000$). Asimismo, los resultados evidenciaron que los niños de 2.5 años de edad dieron muestras de este comportamiento en menor medida que el resto de grupos de edad (con respecto a los 3.5 años de edad: $\chi = -7.339; p= .002$; con respecto a los 4.5 años de edad: $\chi = -16.696; p = .000$); y, a su vez, los niños de 3.5 años de edad llevaron la pieza orientada al eje en menos ocasiones que los sujetos de 4.5 años de edad: $\chi = -9.357; p = .000$).

Por otro lado, se analizaron las implicaciones de esta respuesta motora en el resultado obtenido por los sujetos en las tareas. Se llevó a cabo un análisis de covarianza (ANCOVA), para conocer su relación con los éxitos y errores en la tarea. En concreto, con los *aciertos directos*, ya que este tipo de respuesta no supuso cambiar la orientación de la pieza para su inserción, y por lo tanto no planteó dificultades para el ajuste. Los hallazgos pusieron de manifiesto un efecto positivo de la conducta de llevar la pieza orientada al eje sobre el promedio de los aciertos directos obtenidos por los niños. Es decir, a medida que los niños llevaron las piezas previamente orientadas al eje, el número de aciertos directos que consiguieron fue mayor (ver Tabla 20).

Tabla 20. Aciertos directos por edad y orientación previa de la pieza al eje

TAREAS	VARIABLES	B	F	P
1	2.5	-13.293		.000
	EDAD		20.758	
	3.5	-4.101		.049
	COGE ORIENTADA	.967	171.919	.000
2	2.5	-12.971		.000
	EDAD		11.668	
	3.5	-8.351		.001
	COGE ORIENTADA	.862	172.140	.000
3	2.5	-16.022		.000
	EDAD		18.219	
	3.5	-8.323		.001
	COGE ORIENTADA	1.014	206.771	.000

5.5.2.2. Tras dificultad: modifica la orientación de la pieza

En este caso se tuvieron en cuenta aquellas modificaciones que el sujeto realizó de la pieza después de haber errado en su intento de ajuste inicial, tanto si las realizó sobre el eje o sin tocarlo. Se trataba de analizar la flexibilidad motora de los sujetos ante la dificultad para ajustar la pieza al eje. En relación a esto, los resultados apuntaron una relación significativa entre los tres niveles del factor intra-sujetos *modifica tras dificultad*: $F [2; 292] = 3.458$; $p = .033$; así como a diferencias significativas por edad en el porcentaje medio de cambios en la orientación de la pieza para conseguir encajarla en el eje: $F [2; 146] = 6.528$; $p = .002$. Los niños de 2.5 años de edad llevaron a cabo más modificaciones para ajustar las piezas que los niños de 4.5 años de edad sólo en la primera tarea, pero esta diferencia sólo fue significativa: $B = 3.388$, $p = .044$; mientras que los niños de 3.5 años de edad difirieron significativamente del grupo de mayor edad

en el porcentaje de correcciones de la orientación de las piezas en la primera tarea: $B = 6.091$; $p = .000$.

Por otro lado, se realizó un análisis de regresión lineal simple para conocer el grado de relación entre estos cambios motores (predictor), y la respuesta motora persistente en los sujetos (variable de respuesta). Los hallazgos (ver Tabla 21) indicaron la existencia de una relación lineal entre estas variables, independientemente de la tarea; de modo que, la modificación de la orientación explicó en un 28 % (tarea 1) y en un 45% (tareas 2 y 3) las respuestas motoras persistentes encontradas en las tareas.

Tabla 21. Persistencia motora con modificación de la orientación de la pieza

TAREAS	F	P
1	58.724	.000
2	99.904	.000
3	123.374	.000

5.5.2.3. Tras dificultad: no modifica la orientación de la pieza

La ausencia de cambio motor fue otro de los comportamientos que los sujetos mostraron cuando no consiguieron ajustar la pieza al eje. Para analizar las posibles diferencias por edad en la manifestación de esta rigidez o falta de flexibilidad para el cambio motor se optó también por un diseño de medidas parcialmente repetidas. Los resultados evidenciaron la existencia de una relación significativa para los niveles del

factor intra-sujetos *no modifica orientación*: $F [1.942; 285.508] = 31.694$; $p = .000$, así como una interacción significativa entre la ausencia de cambio motor y el grupo de edad: $F [3.884; 285.508] = 4.330$; $p = .002$. También se hallaron diferencias significativas por grupo de edad para el porcentaje medio de piezas con las que el sujeto tuvo dificultad y no modificó su orientación: $F [2; 147] = 26.272$; $p = .000$. En concreto, las comparaciones por pares tomadas del test de Bonferroni mostraron diferencias de medias significativas entre los tres grupos de edad. Los niños de 2.5 años de edad, comparados con los otros dos grupos de edad, modificaron en menor medida la orientación de la pieza cuando tuvieron dificultades para ajustarla al eje (con respecto a los 3.5 años: $\chi = 7.941$; $p = .000$; y con respecto a los 4.5 años: $\chi = 13.811$; $p = .000$). De igual modo, la modificación de la orientación de la pieza, necesaria para insertar las piezas en los ejes cuando no se alcanzó de forma directa, se dio en menor porcentaje en los niños de 3.5 años de edad con respecto a los sujetos de 4.5 años de edad: $\chi = 5.869$; $p = .007$).

Asimismo, se llevó a cabo un análisis de regresión lineal simple para analizar el grado de relación entre la falta de cambio en la orientación de la pieza para lograr su ajuste al eje (predictor) y las conductas motoras perseverantes manifestadas por los sujetos en las tareas. Los resultados mostraron una relación lineal entre estos dos comportamientos. Los sujetos que menos modificaron la orientación de la pieza para solucionar sus problemas para ajustarla al eje, tuvieron un mayor porcentaje de respuestas perseverantes en las tareas (ver Tabla 22). De hecho, esa falta de cambio en

la orientación de la pieza explicó un 75% el promedio de conductas motoras perseverantes de los niños en la primera tarea.

Tabla 22. Perseverancia motora en función de la ausencia de modificación de la orientación de la pieza

TAREAS	R ²	F	P
1	.754	453.141	.000
2	.393	95.677	.000
3	.464	127.911	.000

5.5.3. Tipo de movimiento

Por último, se analizaron aspectos relacionados con las características cualitativas de los movimientos manipulativos de los sujetos tras colocar la pieza sobre el eje. Se diferenció entre sujetos que mostraron escaso control de la pieza para hacerla encajar al eje y que en muchas ocasiones utilizaron la fuerza bruta como medio para alcanzar el objetivo de las tareas (*movimientos rígidos*). Frente a aquellos niños cuyos movimientos para el ajuste fueron precisos y controlados.

Para analizar las posibles diferencias por edad en la manifestación de estos tipos de movimiento, se aplicó un diseño de medidas parcialmente repetidas. Por un lado, se tomó como factor intra-sujetos el *movimiento suave* y como factor inter-sujetos, el *grupo de edad*. Los resultados evidenciaron la existencia de una relación significativa para los niveles del factor intra-sujetos: $F [2; 294] = 15.652$; $p = .000$, y para la

interacción del uso de movimientos suaves y el grupo de edad: $F [4; 294] = 3.436$; $p = .009$; así como diferencias significativas por edad en el porcentaje medio de uso de movimientos suaves: $F [2; 147] = 33.655$; $p = .000$ para intentar ajustar la pieza en el eje. Tanto los movimientos de los niños de 2.5 años de edad, como los de los 3.5 años de edad fueron menos controlados en comparación con los mostrados por el grupo de 4.5 años de edad, independientemente de la tarea (ver Tabla 23).

Tabla 23. Movimientos suaves por tarea y edad*

Tarea	2.5 años de edad		3.5 años de edad	
	B	P	B	P
1	-19.084	.000	-12.940	.000
2	-25.412	.000	-18.168	.000
3	-26.970	.000	-11.771	.001

*Se tomó como referencia el grupo de 4.5 años de edad.

En concreto, los niños de 2.5 años de edad difirieron significativamente en el porcentaje medio de uso de movimientos suaves en comparación con los otros dos grupos de edad (con respecto a los 3.5 años: $\chi = -9.529$; $p = .005$; y con respecto a los 4.5 años: $\chi = -23.822$; $p = .000$). De igual modo, el test de Bonferroni mostró diferencias significativas para el porcentaje medio de movimientos suaves entre los 3.5 años y los 4.5 años de edad, siendo menor para los primeros: $\chi = -14.293$; $p = .000$. En relación a las diferencias por tareas, sólo se hallaron diferencias significativas para la primera tarea, con un mayor uso de movimientos controlados en comparación con las

otras dos tareas (con respecto a T2, el porcentaje medio de movimientos suaves en la T1 fue: $\chi = 6.485$; $p = .000$; y con respecto a T3: $\chi = 6.190$; $p = .000$).

Por otro lado, los resultados obtenidos para las diferencias por edad en el uso de movimientos poco controlados para ajustar las piezas a los ejes mostraron una tendencia inversa a los encontrados para los movimientos suaves. Es decir, los movimientos de los niños de menor edad fueron menos controlados. Asimismo, se analizó la posible vinculación del tipo de movimiento con los resultados obtenidos por los sujetos en las tareas a través de un diseño de regresión lineal simple, en el que se tomó la respuesta motora perseverante como variable de respuesta, y el movimiento rígido como predictor. Los resultados pusieron de manifiesto una relación lineal entre estas dos variables para cada una de las tareas (ver Tabla 24). Es decir, una manipulación menos controlada de la pieza para su inserción en el eje, estuvo asociada con un mayor porcentaje de conductas motoras perseverantes.

Tabla 24. Perseverancia motora en función de los movimientos rígidos para el ajuste

TAREAS	R ²	F	P
1	.386	93.033	.000
2	.382	91.600	.000
3	.337	75.175	.000

En general, los resultados ponen de manifiesto un diferente curso evolutivo para la ejecución de las tareas planteadas, que estuvo mediado en gran medida por el grado de complejidad de las tareas. En este sentido, los niños de menor edad se encontraron

con mayores dificultades cuando se modificaron las características de las piezas, creando un conflicto perceptivo entre la primera y las otras dos tareas. Estas dificultades se pudieron constatar en la disminución del número de aciertos directos y en el uso de variados criterios de resolución en ambas tareas (Color-Forma, Ensayo-Error, Pieza-Previa). En cuanto al patrón motor observado en la resolución de las tareas, los resultados pusieron de manifiesto una tendencia de mayor control a medida que se pasó de una tarea a otra, siendo la primera tarea aquella en la que los niños tuvieron mayor porcentaje de problemas para el ajuste de la pieza al eje. En este sentido, de nuevo los niños de menos edad fueron los que mostraron más dificultades para resolver tales conflictos, con un comportamiento motor más rígido e impreciso.

DISCUSIÓN

El propósito de nuestro estudio fue analizar el desarrollo de la función ejecutiva en niños pequeños en base a las dinámicas que se establecen entre percepción-acción en la resolución de una tarea. Esas posibles relaciones ponen de manifiesto la capacidad del niño para manipular ambas fuentes de información, evidenciando su flexibilidad para adaptarse a las características cambiantes de los estímulos que integran la tarea. Específicamente, nos planteamos en qué medida los niños son capaces de cambiar de criterio cuando las características iniciales de la tarea se modifican y se introducen discrepancias perceptivas entre las piezas y los ejes de inserción. En este sentido, las tareas que proponemos a los sujetos permiten observar tanto los procesos de selección perceptiva puestos en funcionamiento para atender a la información relevante, como los procesos de selección de la acción necesarios para el ajuste motor de las piezas en los ejes.

En líneas generales, los resultados ponen de manifiesto un desarrollo progresivamente más controlado de las respuestas de los sujetos, que es especialmente evidente en aquellas situaciones en las que los niños deben necesariamente inhibir una respuesta previa dominante, que no es adecuada en el contexto actual de la tarea, y modificar su acción de forma precisa para el ajuste de las piezas a los ejes. En tales situaciones, los niños de mayor edad fueron capaces de utilizar el criterio relevante, así como movimientos manuales más flexibles y fluidos (versus movimientos rígidos), adaptándose a los requisitos de cada tarea. Estos resultados sustentan los hallazgos de Corbetta en relación a la mayor flexibilidad en las respuestas de los niños a medida que aumenta su edad y experiencia (Bojczyk y Corbetta, 2004).

En principio, los niños de menor edad parecen guiarse más por su intuición en la elección de la pieza y del eje a relacionar; es decir, la información perceptiva seleccionada es muy dependiente de los éxitos previos, por lo que encuentran más dificultades durante la resolución. A pesar de tales dificultades y, en contra de lo que hasta el momento se ha hallado en otros estudios que han destacado los errores perseverantes de los niños de dos años y medio y tres años de edad en tareas de función ejecutiva (Carlson y Moses, 2001; Kirkham et al., 2003; Munakata y Yeris, 2001; Zelazo y Frye, 1998; Zelazo et al., 2003; Zelazo y Reznick, 1991; Zelazo et al., 1995), nuestros resultados mostraron que los niños a estas edades son capaces de cambiar de criterio en función de los nuevos requisitos de la tarea, o bien de corregir su respuesta inicial cuando ésta no les permite alcanzar su meta.

Por consiguiente, parece que cuando la información perceptiva (color más forma) previamente utilizada que les había permitido alcanzar su meta dejó de ser útil, los niños desde edades muy tempranas fueron capaces de cambiar de criterio o de modificar una acción inicial inapropiada en busca de aquella que les permitiese insertar la pieza en su eje. Estos resultados difieren de otros estudios en los que se ha encontrado que los niños de tres años de edad son capaces de clasificar tarjetas cuando se les da un par de reglas de clasificación (“las cartas rojas van a la derecha, y las cartas azules a la izquierda”), pero perseveran cuando se les pide que cambien a una nueva regla (Deák et al., 2004; Frye et al., 1995; Kirkham et al., 2003; Munakata y Yerys, 2001; Zelazo et al., 2003). En relación a esto, Diamond ha planteado que en estas situaciones los sujetos deben mantener en la memoria de trabajo una representación del objeto e inhibir una respuesta dominante incorrecta y, aunque los niños pequeños (3 años de edad) son capaces de hacer esto por separado, la carga se hace demasiado grande cuando tienen que hacerlo conjuntamente (Davidson et al., 2006; Diamond, 1988, 1991, 2002). Asimismo, Kloo en un reciente estudio ha sugerido que los sujetos de tres años de edad no son capaces de inducir cambios para otra descripción del objeto por sí mismos, sino que necesitan que se les induzca a hacerlo explícitamente (Kloo et al., 2008). Sin embargo, nuestros resultados mostraron que los niños desde edades tempranas tienen la capacidad para cambiar entre dos características diferentes de los objetos en base al feedback directo que reciben de sus propias dificultades en la resolución de las tareas, sin una indicación explícita por parte del experimentador que les incite al cambio del criterio previo. Es decir, son capaces de modificar su respuesta previa en base a las

dinámicas que se establecen entre la información perceptiva y la información vía de la acción en el contexto de la tarea.

Posiblemente la dificultad de los niños más pequeños en mantener una representación en mente a la vez que inhiben una respuesta inmediata irrelevante disminuye a medida que el sujeto es capaz de manipular dicha información mentalmente (Örnkloo y von Hofsten, 2007). En este momento evolutivo, el sujeto puede tener problemas para pensar o representarse reglas abstractas, pero esto no implica que desconozca qué tiene que hacer. Es probable que en el proceso de ejecución le resulte más difícil focalizar su atención y acción en el uso de una regla abstracta, que actuar en función a unas estrategias de resolución que se ha creado él mismo a través de sus sucesivos reencuentros con el contexto de la tarea y de la corrección de sus propios errores, siendo este último un aspecto fundamental del comportamiento dirigido a meta. De hecho, algunos autores han señalado que la corrección de errores de los niños durante el proceso de resolución implica una mayor capacidad de control sobre sus propias acciones (Bullock y Lütkenhaus, 1988), en la medida que son capaces de notar las discrepancias entre los resultados percibidos y los resultados esperados (Jennings, 2004).

Por todo ello, en nuestro estudio resultó fundamental analizar el porcentaje de errores versus éxitos de los sujetos en cada una de las tareas, siguiendo otros estudios sobre función ejecutiva en los que también se han utilizado tareas que exigen el cambio de criterio o de “set mental” en situaciones de conflicto estructuradas, (Carlson, 2005; Frye et al., 1995; Diamond et al. 2005; Gerstadt et al., 1994; Hughes, 1998; Kirkham et

al., 2003; Prevor y Diamond, 2005; Rothbart et al., 2003). Los resultados mostraron una evolución en el porcentaje de acciones erróneas a todas las edades, siendo especialmente evidente en los dos grupos de menor edad y en la segunda tarea. Se encontró, frente a un porcentaje de éxito de aproximadamente el 90% en la primera tarea en todos los grupos de edad, un descenso importante en las respuestas de éxito de los sujetos, tanto en los niños de 2.5 años de edad (73%) como en los de 3.5 años de edad (81%), cuando se pasó a la segunda tarea (las piezas y sus ejes discrepaban por el “color”). Estos resultados difieren del estudio de Frye et al. (1995), en el que encontraron que los niños de dos años y medio de edad no son capaces de realizar con éxito una tarea de clasificación en base a una regla unidimensional (“las cartas azules a la derecha, y las cartas rojas a la izquierda”), mientras que en nuestra primera tarea los sujetos tenían cuatro ejes posibles de inserción, y todos fueron capaces de insertar cada pieza en su eje correspondiente con un porcentaje de éxito elevado. La diferencia con este estudio posiblemente estribó en la naturaleza de la propia tarea y de las estrategias de resolución que el sujeto puede utilizar. En nuestra tarea los sujetos construyen por sí mismos la meta en base a una instrucción simple y sencilla, y escogen sus criterios de resolución a partir de los sucesivos re-encuentros con el contexto de la tarea, que a su vez le permiten seleccionar la información perceptiva y de acción relevante; sin embargo, en las tareas de cambio unidimensional o extradimensional (p. e., Zelazo, Frye y Rapus, 1996) el éxito del sujeto está supeditado a la consecución de una instrucción verbal abstracta dada por el experimentador, sin que los niños tengan opción a detectar y/o corregir por sí mismos sus errores. En relación a esto, es posible que los niños no interpreten esas instrucciones como un mensaje explícito para redescubrir el problema o

los objetos después del cambio (Kloo et al., 2008), y continúen clasificando en base al criterio previamente relevante.

Nuestros datos ponen de manifiesto diferencias significativas por edad en el cambio flexible de criterio en base a los requisitos de las tareas, destacando la capacidad de los niños de menor edad para realizar dicho cambio, con un porcentaje de acciones de éxito que estuvo en torno al 75%. Es decir, los niños pequeños fueron capaces de cambiar de criterio cuando se enfrentaron a una situación de conflicto, a diferencia de lo encontrado hasta ahora en estudios de la flexibilidad cognitiva en niños pequeños a través de tareas cuyo objetivo primordial es el cambio de representación o “set mental” (Carlson, 2005; Clearfield et al., 2006; Jacques y Zelazo, 2001; Marcovitch y Zelazo, 1999). En esos estudios se ha encontrado un patrón similar que apunta a la incapacidad de los niños de tres años de edad para cambiar a una regla tras haber clasificado previamente en base a otra diferente. En relación a esto, Zelazo y Frye (1998) sugieren que los niños de tres años de edad perseveraron en el criterio previo debido a que no fueron capaces de usar una organización más compleja de las reglas en mente (esto es, “sí...sí...entonces...”). Para Kloo y Perner (2005) estos errores en las tareas de clasificación con cambio dimensional se deben a la falta de capacidad de los niños para “redescribir” un objeto de manera diferente; mientras que para otros autores estos fallos son debidos a una menor capacidad de memoria de trabajo (Munakata, 2001), o a sus fracasos en la *actualización* de la representación de la regla que deberían seguir (Deák et al., 2004), o a la dificultad de los niños para “desenganchar” su atención de los criterios previamente atendidos (“inercia atencional”, Kirkham et al., 2003; Brooks et al., 2003).

Por otro lado, se compararon los resultados de las conductas de los niños vinculados al éxito en las tareas (*acierto directo, persistencia*), así como aquellas conductas vinculadas a la no consecución de la meta (*perseverancia, persistencia sin logro*). En nuestra tarea, el acierto directo estuvo relacionado con la capacidad de elección del criterio adecuado y el control del sujeto sobre sus respuestas, que posiblemente depende de una mayor flexibilidad a nivel representacional para manipular las dinámicas establecidas entre percepción y acción. Por tanto, los niños fueron capaces de responder en base a las características del contexto de la tarea, modificando las representaciones iniciales y adaptándolas a los requisitos actuales a través de la inhibición de la respuesta que previamente había sido relevante (esto es, las piezas se igualan con los ejes por su color y forma) y del cambio de criterio de resolución anterior. En este sentido, los aciertos directos en las diferentes tareas mostraron un patrón evolutivo, íntimamente supeditado al grado de complejidad de las tareas, de tal modo que a medida que la tarea demandó una selección perceptiva más diferenciada, el número de aciertos directos disminuyó en todos los grupos de edad.

En relación a este objetivo más específico, también se analizaron los comportamientos de los niños ante las posibles dificultades encontradas durante el proceso de resolución de las tareas, bien por la elección errónea del criterio relevante, bien por problemas para el ajuste motor de la pieza al eje. En general, todos los sujetos mostraron un porcentaje de respuestas persistentes y perseverantes mayor en la segunda y tercera tarea, con una preponderancia superior en los dos grupos de menor edad. En concreto, la ejecución de los niños de 4.5 años de edad se caracterizó por una elección adecuada de criterio desde la primera tarea, en la que prácticamente no tuvieron

dificultades para encontrar el criterio de resolución relevante; aunque sí para el ajuste motor de las piezas en los ejes. Esta misma circunstancia se reflejó en los otros dos grupos de edad, con un porcentaje superior de acciones persistentes fundamentalmente desencadenadas por las dificultades motoras de los niños para la inserción de las piezas.

Por otro lado, se observó una disminución prácticamente idéntica para todos los grupos de edad en el porcentaje de acciones con acierto directo cuando se comparó la ejecución de la primera tarea con las otras dos tareas (entre un 11% y 16%). En la segunda y la tercera tarea, los niños tuvieron más dificultades para resolver de forma inmediata el conflicto planteado, lo que se evidenció con un incremento del porcentaje de conductas persistentes y perseverantes relacionadas con la elección del eje de inserción (*persistencia y perseverancia perceptiva*). Aún así, los niños de menor edad consiguieron su meta de forma directa en menos ocasiones que los otros dos grupos de edad en todas las tareas, pero especialmente en la segunda de éstas, donde los niños de tres años y medio de edad también mostraron un porcentaje significativamente superior de conductas perceptivas perseverantes y persistentes (con y sin logro). Por tanto, parece que a medida que las discrepancias perceptivas entre los objetos (piezas y ejes) aumentaron, los niños tuvieron más dificultades para cambiar directamente su estrategia de resolución y para adoptar el criterio relevante en la nueva situación (p. e., en la segunda tarea las piezas sólo se pueden introducir en los ejes tomando en consideración su forma y obviando su color).

Asimismo, las diferencias en el mayor porcentaje de aciertos directos en los niños de 4.5 años en las tres tareas, pone de manifiesto un mayor control sobre sus

respuestas, frente a un comportamiento posiblemente más intuitivo en los sujetos de 2.5 años y 3.5 años de edad, que a pesar de ser capaces de cambiar de criterio necesitaron invertir más recursos y energía para que ese cambio fuese funcional, dejándose llevar inicialmente por la representación de la meta previamente construida a partir de sus encuentros repetidos con el objetivo de la primera tarea. Es decir, los niños de menor edad tuvieron más dificultades para cambiar de forma directa de criterio, pero se beneficiaron del feedback de su acción errónea, y fueron capaces de alcanzar su meta en las tareas más complejas a través de la corrección de su respuesta inicial. Estos resultados están en consonancia con los hallazgos de Bullock y Lütkenhaus (1988), que señalaron una mayor probabilidad a partir de los dos años y medio de edad para la corrección de detalles específicos de las acciones para alcanzar una meta. Los resultados también mostraron que, pese a tales correcciones, en ocasiones los niños no lograron alcanzar su meta (*persistencia sin logro*), es decir, probablemente los niños más pequeños basaron sus respuestas en características perceptivas más superficiales y dependientes del éxito previo, dando muestras de un comportamiento más intuitivo y menos funcional en situaciones de conflicto como las planteadas.

Otro de los objetivos específicos que nos planteábamos en este estudio estuvo relacionado con los criterios que los niños utilizaron para resolver cada una de las tareas. Esto supuso analizar el tipo de información perceptiva seleccionada por los niños, observada a partir de la elección de la pieza o del eje de inserción. En este sentido, los niños podían resolver las tareas a través del criterio considerado relevante (color-forma), o bien podían recurrir a otros criterios (ensayo-error y pieza-previa) más relacionados con una ejecución menos funcional. En general, el criterio más utilizado

por todos los niños fue el color-forma, aunque los resultados pusieron de manifiesto una disminución significativa en el uso de este criterio para la resolución de las dos tareas de mayor complejidad, así como diferencias entre los tres grupos de edad. En concreto, los niños de dos años y medio de edad se guiaron en menor medida por este criterio para la resolución de las tres tareas, siendo especialmente notable en las tareas que implicaron mayor conflicto perceptivo; mientras que los niños de tres años y medio de edad difirieron significativamente en el uso de este criterio en las tareas más complejas (segunda y tercera tarea), observándose una importante disminución entre la primera y la segunda tarea (pasaron de un 95% de uso del criterio color-forma en la primera tarea a un 54% en la segunda tarea). Esta disminución en el uso del criterio color-forma en las dos últimas tareas supuso el consiguiente incremento en la utilización de los otros dos criterios de resolución, lo que sugiere un cambio en el tipo de criterio utilizado en función del grado de dificultad implícito en cada una de las tareas. Los sujetos fueron capaces de adaptar sus respuestas a los requisitos de las dos tareas más complejas, y aunque inicialmente sus respuestas no llegaron a su objetivo, estos resultados evidencian la flexibilidad del sujeto ante situaciones de conflicto. Por tanto, los niños descubrieron por sí mismos los medios para alcanzar la meta en las diferentes tareas planteadas, en la medida que cada encuentro con la tarea proporcionó nuevas experiencias motoras y cognitivas al niño, que le permitieron modificar su repertorio cognitivo y perceptivo-motor subyacente (Bojczyk y Corbetta, 2004). En este sentido, incluso los niños de mayor edad necesitaron utilizar en ciertas ocasiones estrategias más intuitivas e inmaduras para encontrar el nuevo criterio de resolución al cambiar de tarea,

con un 11,74% de uso del criterio ensayo-error y un 11,57 para el criterio pieza-previa en la segunda tarea, con una disminución relativa de los mismos en la tercera tarea.

Las diferencias encontradas por grupos de edad en relación a los criterios de resolución ponen de manifiesto que conforme aumentó la edad el criterio que guió la conducta fue menos dependiente del éxito obtenido con la pieza anterior (criterio pieza previa) y de las conductas exploratorias del sujeto en las tareas (criterio ensayo-error). En concreto, los resultados mostraron un uso significativamente superior tanto del criterio ensayo-error como del criterio de pieza-previa en los dos grupos de menor edad, siendo más notable en los niños de dos años y medio de edad. De hecho, el comportamiento de estos sujetos estuvo principalmente mediado por criterios más dependientes de los indicios perceptivos (50% de sus respuestas estuvieron basadas en el criterio ensayo-error y pieza-previa). Las respuestas de los niños estuvieron altamente influenciadas por el color de los objetos, por lo que frecuentemente iniciaron su acción colocando la pieza sobre el eje de su mismo color, independientemente de que el criterio relevante en ese momento sólo fuese la forma. Esta tendencia a responder en base al color puede estar vinculado a la mayor facilidad de los sujetos para discriminar el color (Hoffman y Hoffman, 1964), aunque Nardini ha señalado que el color sólo se usa para guiar la acción cuando no hay otra información relevante (Nardini, Braddick, Atkinson, Cowie, Ahmed, y Reidy, 2007). Esto únicamente evidencia un comportamiento más intuitivo a estas edades, que no tiene por qué estar reñido con un cambio flexible de la respuesta inicial cuando los niños tienen que enfrentarse a un contexto de tarea cambiante.

Es posible que a estas edades los niños necesiten una retroalimentación más directa y explícita de sus acciones para reestructurar su representación del contexto para alcanzar la meta, y esto lo consiguen a través de sus sucesivos reencuentros con la tarea y, por tanto, del uso de otras alternativas de resolución. Esta visión está en consonancia con la aproximación de Willatts a la solución de problemas a edades tempranas y con el aprendizaje perceptivo de Lockman. Estos autores han sugerido que el ensayo y error supone intentos exploratorios que favorecen nuevas oportunidades para el aprendizaje perceptivo (Lockman, 2000), por lo que el éxito de los sujetos en determinadas tareas (p. e., la búsqueda de objetos ocultos) surge inicialmente a partir de este tipo de comportamiento (Willatts, 1997). Asimismo, Gerstadt planteó que la dificultad de los niños pequeños en la tarea Stroop “del día y la noche” se debe a su dificultad para mantener un alto nivel de control ejecutivo a lo largo del tiempo, especialmente cuando no recibieron feedback (Gerstadt et al., 1994). Visto desde esta perspectiva, será fundamental la coordinación progresiva de la representación perceptiva con la acción (Bremner, 2000) para la aplicación de estrategias de resolución concretas y adaptadas a la información relevante, que permitan conseguir la meta de las tareas. Sin embargo, para von Hofsten el “feedback puro” no es funcional en una tarea de inserción de objetos, ya que el éxito en ese tipo de tareas requiere que los niños tengan una idea previa de cómo orientar los objetos, que surge a partir de la rotación mental de éstos (Örnkloo y von Hofsten, 2007), es decir, implica la correcta representación del objeto (Örnkloo y von Hofsten, 2007; Shutts, Örnkloo, von Hofsten, Keen y Spelke, en revisión).

Por otro lado, la comparación del uso de los diferentes criterios de resolución y los resultados alcanzados en las tareas, mostró relaciones significativas entre los criterios color-forma y pieza-previa y los aciertos directos. La relación entre estas variables fue completamente opuesta, así mientras el criterio color-forma se asoció principalmente con la inserción inmediata de las piezas en los ejes seleccionados sin necesidad de modificaciones en esa respuesta (*acierto directo*), el criterio de pieza previa correlacionó negativamente con los aciertos directos, es decir, los niños que utilizaron preferentemente este criterio (2.5 y 3.5 años de edad) tuvieron más dificultades para lograr su meta de forma directa, lo que a su vez les llevó a manifestar más conductas de perseverancia perceptiva. En relación a esto, se pudo observar que en ocasiones cuando los niños colocaron la pieza sobre un eje “*conflictivo*” (p. e., mismo color que la pieza pero diferente forma) siguiendo el criterio de resolución previo, mostraron errores perseverantes consistentes en la modificación de su respuesta motora sobre el eje. Este comportamiento podría ser un indicio del mantenimiento de la meta en mente (“introducir la pieza en el palito”), así como de su falta de capacidad para detener su acción y analizar el problema actual, de modo que no es capaz de replantearse su respuesta (reorganizar su representación), es decir, de detener su acción para analizar el contexto de error (Thelen et al., 2001) o de inhibir una respuesta dominante (Diamond, 2006).

En general, los resultados obtenidos en relación a los distintos criterios de resolución utilizados por los sujetos para la resolución de las tareas planteadas, ofrecen una visión global de los comportamientos de los niños cuando tuvieron que enfrentarse a ciertas situaciones de conflicto (p. e., utilizar el ensayo-error cuando el color de la

pieza y del eje no coincidieron), que podría sugerir que la diversidad de estrategias de resolución dentro de una tarea estuvo en cierto modo motivada por el aumento de la complejidad de la misma.

Asimismo, resulta interesante resaltar cómo las primeras manifestaciones de control para llegar a la meta se centraron en las acciones del sujeto y en su capacidad para representarse tales acciones, esto es, para representarse la vinculación de la acción con la meta. Las dificultades que el niño manifestó en su acción mejoraron a medida que progresó de un simple ajuste motor a un ajuste guiado por la representación flexible de la acción. Por tanto, a medida que el niño vinculó sus respuestas motoras con la percepción de su acción adquirió mayor capacidad para controlar cómo realizar los movimientos en función de las características de las piezas y los ejes. Esta idea sustenta los hallazgos de estudios en los que los niños necesitan modificar sus patrones de caminar para adaptarse a las restricciones del entorno (Adolph et al., 2008).

En relación al bloque de objetivos específicos referente a las conductas de ajuste motor de las piezas a los ejes, destacó un aspecto especialmente interesante ya que, a pesar de que la relación apertura de la pieza y forma de los ejes no varió a lo largo de las tareas, los niños del grupo de dos años y medio no sólo cometieron más errores a la hora de ajustar las piezas a los ejes, sino que estos errores aumentaron en la última de las tareas. Este resultado puede sugerir que los niños de menor edad fueron menos funcionales en el uso de la respuesta motora adecuada, posiblemente influidos por la necesidad de invertir más recursos atencionales en la selección de los rasgos perceptivos relevantes. Por tanto, es posible que cuando las dinámicas de percepción y acción se

establecen a varios niveles dentro de una misma tarea, los niños necesitan integrar esta información en un todo de modo que sean capaces de ofrecer una respuesta global y esto puede resultar más difícil para los niños de dos años y medio de edad.

Por tanto, tomados estos resultados de forma conjunta parece que los niños más pequeños presentaron un mayor número de errores, tanto por su menor estabilidad a la hora de seleccionar un criterio o estrategia perceptiva-motora en la ejecución de la tarea, así como por comportamientos inflexibles cuando fue necesario modificar sus respuestas iniciales en función de los cambios introducidos en la tarea o de sus propias dificultades. En este sentido, el control perceptivo de la conducta depende de la detección de la información perceptiva relevante así como de la funcionalidad de los posibles movimientos de los niños. Las nuevas percepciones y las nuevas acciones se relacionan a través de un proceso dinámico que implica la selección de nuevas conductas en respuesta a nuevas fuentes de variabilidad en el organismo y en el entorno (Bertenthal, 1996; Bertenthal, Campos, y Kermoian, 1994; Manoel y Connolly, 1995). A pesar de tales dificultades, los niños de dos años y medio de edad demostraron ser capaces de seguir una meta, buscando alternativas a su respuesta inicial cuando las restricciones de la tarea dificultaron su consecución. Probablemente, estas alternativas o cambios fueron inicialmente más rudimentarios (p. e., ensayo-error, pieza previa), pudiéndose observar un progresivo control sobre determinadas conductas a medida que la edad y la experiencia en la tarea aumentó.

Este progresivo control parece guardar una estrecha relación con el aumento de los agarres bimanuales en tareas que exigen movimientos hábiles y controlados, que a

su vez puede estar vinculado a la capacidad de los niños para percibir las limitaciones biomecánicas implicadas en la tarea y programar la respuesta más eficaz y confortable (Leconte y Fagard, 2006). A este respecto, los resultados de nuestro estudio pusieron de manifiesto un uso generalizado de este tipo de ajuste independientemente de la edad y la tarea, es decir, los niños fueron capaces de seleccionar el ajuste adecuado de las piezas al eje en función de la información perceptiva y de acción que obtuvieron a través de su propia ejecución.

Por otro lado, se analizaron las conductas de anticipación motora de los niños en función de la información perceptiva seleccionada sobre la posición correcta de la pieza en el eje para su inserción inmediata. En relación a esto los resultados mostraron que los niños de mayor edad llevaron las piezas orientadas correctamente al eje antes de colocarlas, mientras que los más pequeños cogieron las piezas orientadas en menos ocasiones, lo que a su vez influyó en el menor número de aciertos directos. Los resultados encontrados por von Hofsten en relación a la capacidad de los niños a partir de los dos años de edad para orientar figuras geométricas en relación a una apertura (Örnkloo y von Hofsten, 2007), difieren de nuestros hallazgos. Posiblemente estas diferencias se deben en parte a que estos autores consideraron como pre-ajustes las respuestas de los niños para cambiar de horizontal a vertical las piezas antes de colocarlas en el orificio; mientras que en nuestra tarea la correcta orientación de la pieza estuvo supeditada a la alineación de ésta con el diámetro del eje. De igual modo, a nivel perceptivo puede resultar más sencillo seleccionar la información necesaria para establecer relaciones entre objetos con diferente dimensionalidad (tridimensionales con

bidimensionales), que conjugar dos objetos tridimensionales como sucede en nuestras tareas.

Asimismo, a diferencia del estudio de von Hofsten los niños son capaces de modificar la orientación de las piezas al no conseguir insertarlas de manera inmediata, es decir, los pre-ajustes no son una condición indispensable para la inserción de la pieza en su eje (Örnkloo y von Hofsten, 2007). De hecho, estas correcciones on-line de la actividad del sujeto es un buen indicador de la flexibilidad de los niños cuando necesitan modificar sus respuestas motoras iniciales para alcanzar su meta. De acuerdo con Gibson, para que las acciones sean adaptativas y funcionales, los movimientos deben seleccionarse y modificarse con el objetivo de adaptarse a las demandas de la situación actual (Gibson y Pick, 2000). Los resultados de nuestro estudio ponen de manifiesto que este tipo de comportamiento más correctivo fue especialmente evidente en la resolución de la primera tarea en los niños de tres años y medio de edad, lo que a su vez estuvo asociado a un mayor porcentaje de respuestas motoras persistentes; mientras que en el grupo de dos años y medio de edad los niños se mostraron más inflexibles en las correcciones motoras tras una dificultad de ajuste inicial (perseverancia motora), o bien llevaron a cabo acciones correctivas poco funcionales que finalmente implicaron mayor porcentaje de errores motores (persistencia motora sin logro). De hecho, esta falta de cambio en la orientación de la pieza explicó un 75% de las conductas motoras perseverantes de los niños en la primera tarea.

Por último, se analizaron aspectos relacionados con las características cualitativas de los movimientos manipulativos de los sujetos tras colocar la pieza sobre

el eje, esto es, movimientos suaves versus movimientos rígidos. Los resultados están en consonancia con lo encontrado en estudios previos por Manoel sobre los patrones de agarre de los niños (Manoel y Connolly, 1998). En relación a esto, los niños de cuatro años y medio de edad mostraron preferentemente agarres flexibles, mientras que a los dos años y medio de edad los movimientos manuales de los niños fueron menos controlados, haciendo uso en ocasiones de la fuerza bruta para conseguir encajar la pieza en el eje (Örnkloo y von Hofsten, 2007). Estos autores también han planteado que el período de los dos a los tres años de edad se caracteriza por ser una etapa en la que se produce un importante desarrollo de las habilidades manipulativas (Manoel y Connolly, 1998). Este aspecto se materializó en nuestros resultados con la existencia de diferencias significativas en la preponderancia de movimientos inflexibles y rígidos en los niños de dos y años y medio de edad, lo que a su vez dificultó la modificación de la orientación de las piezas cuando fue necesaria.

En conclusión, ha sido la complejidad de la tarea, y no la edad (Kirkham et al., 2003), la que ha guardado una estrecha relación con la habilidad para discernir el criterio adecuado y en concreto, los procesos de cambio y control inhibitorio. Evidentemente, se producen importantes mejoras con la edad en esas capacidades, pero es realmente la comprensión de la naturaleza de la tarea la que parece desempeñar un papel muy importante en la “voluntad” del niño para querer seguir buscando cómo llegar a la resolución del conflicto. Cuando se le propone o “impone” mediante unas reglas verbales un cambio de criterio a partir del que analizar la flexibilidad cognitiva (Frye et al., 1995; Zelazo et al., 2003) se olvida que el niño probablemente no entiende la naturaleza de dicho cambio y por consiguiente la necesidad de olvidar el criterio

construido y sustituirlo por otro. Creemos que la *voluntariedad* para proseguir en una actividad cuando el niño se encuentra en una situación de conflicto reside en las oportunidades que las características de la propia tarea le ofrece para familiarizarse con la construcción de una meta u objetivo y, en ese sentido, los sujetos de este estudio han mostrado “voluntad” para seguir buscando una pieza o un eje de inserción debido a que han tenido la oportunidad de “darse cuenta” de las posibles relaciones entre piezas y ejes. Es decir, en situaciones de conflicto en las que existen discrepancias entre los objetos a manipular, o entre los requisitos de diferentes tareas, los niños desde edades tempranas son capaces de adaptarse a tales demandas a través de las relaciones que establecen entre la selección perceptiva (atención visual a la información relevante) y la selección de la acción (selección del movimiento dirigido a meta), y que llegan a estar más controladas a medida que el sujeto las hace operativas durante el proceso de resolución.

Los resultados de nuestro estudio han puesto de manifiesto que los niños pequeños fueron capaces de implicarse en la resolución de una tarea a partir de una única demostración, así como seguir una consigna sencilla (esto es, *tienes que poner cada pieza en su palito*) a lo largo de las tres tareas planteadas. Es posible que la forma y el color de cada una de las figuras geométricas y de los ejes de inserción en la primera tarea facilitasen inicialmente la relación entre la selección perceptiva y la selección del movimiento dirigido a meta. Es decir, la primera tarea ayudó en la construcción de la meta promoviendo la relación entre la información procedente de la percepción y la información de la acción. La puesta en funcionamiento de esta relación entre las piezas (p. e., de color rojo) y los ejes (p. e., rojo) finalizó en el momento en el que el niño no

encontró más figuras geométricas con esas características, a pesar de poder elegir una pieza de diferente color-forma y tratar de colocarla en el eje donde previamente había insertado todas las piezas rojas. Sin embargo, la elección de una pieza de otro color suscitó de manera generalizada una nueva respuesta (esto es, colocarla en el eje azul), siguiendo un mismo criterio (color-forma con color-forma), pero ¿esa meta estaba creado desde el inicio de la primera elección? Creemos que no, ya que es posible que la relación inicial estuviera determinada por la atractiva relación entre el color de la pieza y el del eje. Los sucesivos encuentros pieza-eje probablemente permitieron hacer operativa la relación entre la selección perceptiva y la selección de los movimientos dirigidos a meta. Esa selección perceptiva se pone de manifiesto cuando después de colocar todas las figuras rojas el sujeto cogió una pieza diferente y se dirigió al eje de su color-forma correspondiente. De igual modo, el mantenimiento de la meta como una constante en las tres tareas supuso el reforzamiento de las dinámicas establecidas en la primera tarea, con la dificultad añadida de ignorar uno de los aspectos perceptivos anteriormente atendidos (esto es, el color). En esta nueva situación, los niños debían reestructurar la representación de las relaciones establecidas entre percepción y acción, seleccionando la información actualmente relevante.

Por consiguiente, cuando el sujeto es capaz de relacionar acción y percepción en base a una meta se inicia la posibilidad de que el sujeto progresivamente relacione estos componentes. En este punto la flexibilidad se establece como la capacidad del sujeto para relacionar estos componentes a pesar de las dificultades que haya podido tener para alcanzar su meta, de modo que el control de sus acciones está vinculado a su capacidad para conjugar los procesos de percepción-acción con su meta, siendo éste el punto de

partida de una flexibilidad inicial. Estas relaciones surgen tanto de las observaciones del sujeto sobre lo que otros hacen (imitación de las demostraciones del experimentador), como de su propia actividad en el entorno, y a su vez le permiten sus propias metas. Sin embargo, la imitación de las relaciones entre la información perceptiva-motora y la meta de la tarea no son suficientes para llegar a comprender el significado de tales, siendo necesaria la representación flexible de las mismas. En relación a esto, las respuestas o acciones de los sujetos de menor edad en nuestro estudio posiblemente fueron inicialmente reproducciones de dichas relaciones, de tal modo que hasta que no fueron capaces de manipular de forma flexible la información perceptiva y de la acción tuvieron dificultades y falta de control en su ejecución.

Por tanto, **nuestra tarea permite a los niños construir sus propias representaciones de la meta a través de sus sucesivos encuentros con el contexto de la tarea, de las dinámicas establecidas entre percepción y acción, sin tener que mantener en mente una instrucción verbal abstracta y compleja.** En este sentido, la naturaleza de la construcción del objetivo o meta parece estar relacionada con la presencia o ausencia de los diferentes procesos puestos en funcionamiento en la resolución de problemas. Desde esta perspectiva, el desarrollo de la función ejecutiva se hace fundamental, ya que el niño necesita inhibir no sólo una respuesta basada en los aspectos perceptivos de los objetos y de éstos interaccionando en la tarea, sino que además debe modificar de forma flexible sus aproximaciones sin acierto directo de las piezas al eje. En nuestro estudio, los niños fueron capaces de modificar sus respuestas iniciales ante las restricciones de la tarea, adaptando su comportamiento de forma flexible a las demandas de la tarea; sin embargo, estos cambios difirieron en función de

la edad y de la complejidad de la tarea. Es posible que las diferencias estén vinculadas a cómo los sujetos llevaron a cabo dicho cambio y a cómo lo utilizaron para lograr su meta. En este sentido, probablemente los niños de dos años y medio de edad mostraron una flexibilidad más indefinida o “asistemática”, supeditada inicialmente a respuestas intuitivas (indicios perceptivos) que manifestaron a través del ensayo-error y que estuvo influida en gran medida por el uso del feedback de sus propias respuestas en el proceso de resolución.

Asimismo, es posible que inicialmente los niños no fuesen capaces de percibir directamente las diferencias entre la primera y la segunda tarea, o bien que pese a observar tales discrepancias no fuesen selectivos en su atención a la nueva información, sin “intuir” la necesidad de modificar su criterio previamente construido (lo rojo va con lo rojo, lo azul va con lo azul). Por tanto, sólo a través del feedback de sus errores podrán modificar sus representaciones iniciales para adaptarse a las nuevas demandas, esto es, las dificultades “percibidas” de sus acciones hacen necesaria la activación de los procesos ejecutivos (ver Anderson, 2002). Por tanto, si en la realización de la tarea el niño simplemente repitió una y otra vez una misma secuencia de acción (esto es, coge una pieza del tablero, la lleva sobre un eje previamente seleccionado en base a un criterio coherente: “las piezas verdes circulares van en un palito verde circular”, y la introduce sin dificultad), probablemente en el momento en el que aparecieron las primeras dificultades necesitó modificar su acción y reorganizar su “representación” acerca de lo que es *correcto* en la nueva situación planteada.

En definitiva, estos resultados sugieren que desde muy pequeños los niños son capaces de plantearse una meta y de revisar lo que están haciendo para modificar su respuesta ante determinadas limitaciones implícitas en el proceso de resolución. A diferencia de lo que otros autores han postulado es posible que la naturaleza de las relaciones entre los componentes cognitivos y de ejecución en la tarea no dependa tanto de la falta de diferenciación de las habilidades cognitivas en niños pequeños (Bull et al., 2004), sino más bien del tipo de dinámicas que el sujeto es capaz de establecer entre percepción y acción a partir de sus sucesivos reencuentros con el contexto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adolph, K. E. (1995). Psychological assessment of toddlers' ability to cope with slopes. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 21, 734-750.
- Adolph, K. E. (1997). Learning in the development of infant locomotion. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, Serial No. 251, 62 (3), 1-140.
- Adolph, K. E. (2005). Learning to learn in the development of action. In J. Lockman, J. Reiser & C. A. Nelson (Eds.), *Minnesota Symposium on Child Development: Vol. 33. Action as an organizer of perception and cognition during learning and development* (pp. 91-122). Mahwah, NJ: Erlbaum.

- Adolph, K. E., & Avolio, A. M. (2000). Walking infants adapt locomotion to changing body dimensions. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 26, 1148-1166.
- Adolph, K. E., & Berger, S. E. (2006). Motor Development. In W. Damon, D. Kuhn & R. S. Siegler (Eds.), *Handbook of Child Psychology: Vol. 2. Cognition, Perception and Language*. (6th ed., pp. 161-213). New York: Wiley.
- Adolph, K. E., Joh, A. S., Franchak, J. M., Ishak, S., & Gill, S. V. (2008). Flexibility in the development of action. In J. Bargh, P. Gollwitzer & E. Morsella (Eds.), *Oxford Handbook of Human Action: Vol. 2. The psychology of action* (pp. 399-426). New York: Oxford University Press.
- Anderson, V. (1998). Assessing executive functions in children: Biological, psychological, and developmental considerations. *Neuropsychological Rehabilitation*, 8, 319-349.
- Anderson, P. (2002). Assessment and development of executive function during childhood. *Child Neuropsychology*, 8 (2), 71-82.
- Anderson, S. W., Damasio, H., Jones, R.D., & Tranel, D. (1991). Wisconsin Card Sorting Test performance as a measure of frontal lobe damage. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 13, 909-922.
- Angulo-Barroso, R. M., & Tiernan, C. W. (2008). Motor Systems Development. In C. A. Nelson & M. Luciana (Eds.), *Handbook of Developmental Cognitive Neuroscience* (pp. 147-160). Cambridge, MA: MIT Press.

- Asato, M. R., Sweeney, J. A., & Luna, B. (2006). Cognitive processes in the development of TOL performance. *Neuropsychologia*, *44*, 2259-2269.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working Memory*. Oxford: Oxford University Press.
- Baddeley, A. D. (1992). Is working memory working? The fifteenth Bartlett lecture. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *44* (1), 1-31.
- Baddeley, A. D. (1996). Exploring the central executive. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *49*, 5-28.
- Baillargeon, R. (1987). Object permanence in 3.5 and 4.5 month old infants. *Developmental Psychology*, *23*, 655-664
- Baillargeon, R. (1993). The object concept revisited: new directions in the investigation of infants' physical knowledge. In C. E. Granrud (Ed.), *Carnegie-Mellon Symposia on Cognition: Vol. 23. Visual Perception and Cognition in Infancy* (pp. 265-315). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Banfield, J., Wyland, C. L., Macrae, C. N., Münte, T. F., & Heatherton, T. F. (2004). The cognitive neuroscience of self-regulation. In R. F. Baumeister & K. D. Vohs (Eds.), *The Handbook of Self-Regulation* (pp. 62-83). New York: Guilford Press.
- Barkley, R. A. (1998). A theory of ADHD: Inhibition, executive functions, self-control, and time. In R. A. Barkley (Ed.), *Attention Deficit Hyperactivity Disorders: A*

- Handbook for Diagnosis and Treatment* (pp. 225-262). New York: Guilford Press.
- Barkley, R. A. (2005). *ADHD and the nature of self-control*. New York: Guilford Press.
- Bechara, A., Damasio, H., Damasio, A. R., & Lee, G. P. (1999). Different contributions of the human amygdala and ventromedial prefrontal cortex to decision-making. *The Journal of Neuroscience*, *19* (13), 5473-5481.
- Bell, M. A., & Fox, N. A. (1992). The relations between frontal brain electrical activity and cognitive development during infancy. *Child Development*, *63*, 1142-1163.
- Berger, S. E. (2004). Demands on finite cognitive capacity cause infants' perseverative errors. *Infancy*, *5* (2), 217-238.
- Berger, S. E., & Adolph, K. E. (2003). Infants use handrails as tools in a locomotor task. *Developmental Psychology*, *39*, 594-605.
- Bertenthal, B. I. (1996). Origins and early development of perception, action, and representation. *Annual Review of Psychology*, *47*, 431-459.
- Bertenthal, B. I., Campos, J. J., & Kermoian, R. (1994). An epigenetic perspective on the development of self-produced locomotion and its consequences. *Current Directions in Psychological Science*, *5*, 140-145.
- Bertenthal, B. I., & Clifton, R. K. (1998). Perception and Action. In W. Damon, D. Kuhn & R. S. Siegler (Eds.), *Handbook of Child Psychology: Vol. 2. Cognition, Perception and Action* (pp. 51-102). New York: Wiley.

- Berthier, N. E. (1996). Learning to reach: A mathematical model. *Developmental Psychology, 32*, 811-823.
- Bohlmann, N. L., & Fenson, L. (2005). The effects of feedback on perseverative errors in preschool aged children. *Journal of Cognition and Development, 6*, 119-131.
- Bojczyk, K. E., & Corbetta, D. (2004). Object retrieval in the first year of life: Learning effects of task exposure and box transparency. *Developmental Psychology, 40*, 54-66.
- Boudreau, J. P., & Bushnell, E. W. (2000). Spilling thoughts: Configuring attentional resources in infants' goal-directed actions. *Infant Behavior and Development, 23*, 543-566.
- Bourgeois, J. P. (2001). Synaptogenesis in the neocortex of the newborn: The ultimate frontier for individuation? In C. A. Nelson & M. Luciana (Eds.), *Handbook of Developmental Cognitive Neuroscience* (pp. 23-34). Cambridge, MA: MIT Press.
- Bremner, J. G. (2000). Developmental relationships between perception and action in infancy. *Infant Behavior and Development, 23*, 567-582.
- Brooks, P. J., Hanauer, J. B., Padowska, B., & Rosman, H. (2003). The role of selective attention in preschoolers' rule use in a novel dimensional card sort. *Cognitive Development, 18*, 195-215.

- Bull, R., Espy, K. A., & Senn, T. E. (2004). A comparison of performance on the towers of London and Hanoi in young children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 45*, 743-754.
- Bullock, M., & Lütkenhaus, P. (1988). The development of volitional behavior in the toddler years. *Child Development, 59*, 664-674.
- Burgess, P. W., & Simons, J. S. (2005). Theories of frontal lobe executive function: Clinical applications. In P. W. Halligan & D. T. Wade (Eds.), *Effectiveness of Rehabilitation for Cognitive Deficits* (pp. 211-231). Oxford: Oxford University Press.
- Burgess, P. W., Veitch, E., Costello, A., & Shallice, T. (2000). The cognitive and neuroanatomical correlates of multitasking. *Neuropsychologia, 38*, 848-863.
- Butterworth, G., & Hopkins, B. (1993). Origins of handedness in human infants. *Developmental Medicine and Child Neurology, 35* (2), 177-184.
- Carlin, D., Bonerba, J., Phipps, M., Alexander, G., Shapiro, M., & Grafman, J. (2000). Planning impairments in frontal lobe dementia and frontal lobe lesion patients. *Neuropsychologia, 38*, 655-665.
- Carlson, S. M. (2005). Developmentally sensitive measures of executive function in preschool children. *Developmental Neuropsychology, 28*, 595-616.

- Carlson, S. M., Mandell, D. J., & Williams, L. (2004). Executive function and theory of mind: Stability and prediction from age 2 to 3. *Developmental Psychology, 40*, 1105-1122.
- Carlson, S. M., & Moses, L. J. (2001). Individual differences in inhibitory control and children's theory of mind. *Child Development, 72*, 1032-1053.
- Carlson, S. M., & Wang, T. (2007). Inhibitory control and emotion regulation in preschool children. *Cognitive Development, 22*, 489-510.
- Carranza, J. A. (1993a). Desarrollo sensoriomotor (I): El problema sobre los diferentes criterios de la permanencia del objeto. *Revista de Psicología Universitas Tarraconensis, 15 (1)*, 7-20.
- Carranza, J. A. (1993b). Desarrollo sensoriomotor (II): El problema de los factores en los errores de búsqueda de los objetos. *Revista de Psicología Universitas Tarraconensis, 15 (2)*, 31-47.
- Casey, B. J., Thomas, K. M., & McCandliss, B. D. (2001). Applications of magnetic resonance imaging to the study of development. In C. A. Nelson & M. Luciana (Eds.), *Handbook of Developmental Cognitive Neuroscience* (pp. 137-148). Cambridge, MA: MIT Press
- Cepeda, N. J., & Munakata, Y. (2007). Why do children persevere when they seem to know better: Graded working memory, or directed inhibition? *Psychonomic Bulletin & Review, 14*, 1058-1065.

- Clearfield, M. W., Dineva, E., Smith, L. B., Diedrich, F. J., & Thelen, E. (2009). Cue salience and infant perseverative reaching: Tests of the dynamic field theory. *Developmental Science, 12* (1), 26-40.
- Clearfield, M. W., Smith, L. B., Diedrich, F. J., & Thelen, E. (2006). Young infants reach correctly on the A-not-B task: On the development of stability and perseveration. *Infant Behavior and Development, 29*, 435-444.
- Colombo, J. A. (2001). The development of visual attention in infancy. *Annual Review of Psychology, 52*, 337-367.
- Connolly, K. J., & Elliott, J. (1972). The evolution and ontogeny of hand function. In N. Blurton-Jones (Ed.), *Ethological Studies of Child Behavior* (pp. 329-383). Cambridge: Cambridge University Press.
- Corbetta, D. M. (2009). Brain, body, and mind: Lessons from infant motor development. In J. P. Spencer, M. Thomas, & J. McClelland, (Eds.), *Toward a Unified Theory of Development: Connectionism and Dynamic Systems Theory Re-Considered*. Oxford, NY: Oxford University Press.
- Corbetta, D. M., Williams, J., & Craddock, B. (2008, March). Selecting appropriate movements to reach along the sides of an obstacle. Poster session presented at the XVI International Conference on Infants Studies, Vancouver, Canada.
- Cowan, N. (1988). Evolving conceptions of memory storage, selective attention, and their mutual constraints within the human information processing system. *Psychological Bulletin, 104*, 163-191.

- Cowan, N., & Alloway, T. (2009). Development of working memory in childhood. In M. L. Courage & N. Cowan (Eds.), *The development of memory in infancy and childhood* (pp. 303-342). London: Psychology Press.
- Cripe, L. I. (1996). The ecological validity of executive function testing. In R. J. Sbordone & C. J. Long (Eds.), *Ecological Validity of Neuropsychological Testing* (pp. 171-202). Florida: St Lucie Press.
- Chan, R. C. Shum, D., Touloupoulou, T., & Chen, E. Y. (2008). Assessment of executive functions: Review of instruments and identification of critical issues. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 23 (2), 201-216.
- Chemero, A. (2001). What we perceive when we perceive affordances? Commentary on Michaels (2000) "Information, perception, and action". *Ecological Psychology*, 13 (2), 111-116.
- Chevalier, N., & Blaye, A. (2008). Cognitive flexibility in preschoolers: The role of representation activation and maintenance. *Developmental Science*, 11, 339-353.
- Daneman, M., & Merikle, P.M. (1996). Working memory and comprehension: A meta-analysis. *Psychonomic Bulletin and Review*, 3, 422-433.
- Davidson, M. C., Amso, D., Anderson, L. C., & Diamond, A. (2006). Development of cognitive control and executive functions from 4-13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching. *Neuropsychologia*, 44, 2037-2078.

- Deák, G. O., & Bauer, P. J. (1996). The dynamics of preschoolers' categorization choices. *Child Development, 67*, 740-767.
- Deák, G. O., Ray, S. D., & Pick, A. D. (2004). Effects of age, reminders, and task difficulty on young children's rule-switching flexibility. *Cognitive Development, 19*, 385-400.
- DeLoach, J. S., Uttal, D. H., & Rosengren, K. S. (2004). Scale errors offer evidence for a perception-action dissociation early in life. *Science, 304*, 1027-1029.
- Denckla, M. B., & Reiss, A. L. (1997). Prefrontal-subcortical circuits in developmental disorders. In N. A. Krasnegor, G. R. Lyon & P. S. Goldman-Rakic (Eds.), *Development of the prefrontal cortex: Evolution, neurobiology, and behavior* (pp. 283-293). Baltimore, MD: Brookes Publishing.
- Diamond, A. (1981). Retrieval of an object from an open box: the development of visual-tactile control of reaching in the first year of life. *Society of Research in Child Development Abstracts, 3*, 78.
- Diamond, A. (1985). The development of the ability to use recall to guide action, as indicated by infants' performance on A-not-B. *Child Development, 56*, 868-883.
- Diamond, A. (1988). Abilities and neural mechanisms underlying A-not-B performance. *Child Development, 59*, 523-527.

- Diamond, A. (1990). The development and neural bases of memory functions, as indexed by the A-not-B and delayed response tasks, in human infants and infant monkeys. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 608, 267-317.
- Diamond, A. (1991). Neuropsychological insights into the meaning of object concept development. In S. Carey & R. Gelman (Eds.), *The Epigenesis of Mind: Essays on Biology and Cognition* (pp. 67-110). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Diamond, A. (2000). Towards an understanding of the human frontal lobes. *Contemporary Psychology*, 45, 564-565.
- Diamond, A. (2001). A model system for studying the role of dopamine in prefrontal cortex during early development in humans. In C. Nelson & M. Luciana, (Eds.), *Handbook of developmental cognitive neuroscience* (p. 433-472). Cambridge, MA: MIT Press.
- Diamond, A. (2002). Normal development of prefrontal cortex from birth to young adulthood: Cognitive functions, anatomy, and biochemistry. In D. T. Stuss & R. T. Knight (Eds.), *Principles of Frontal Lobe Function* (pp. 466-503). New York: Oxford University Press.
- Diamond, A. (2006). The early development of executive functions. In E. Bialystok & F. Craik (Eds.), *Lifespan Cognition: Mechanisms of Change* (pp. 70-95). New York: Oxford University Press.

- Diamond, A. (2009). All or none hypothesis: A global-default mode that characterizes the brain and mind. *Developmental psychology*, 45 (1), 130-138.
- Diamond, A., Carlson, S. M., & Beck, D. M. (2005). Preschool children's performance in task switching on the dimensional change card sort task: Separating the dimensions aids the ability to switch. *Developmental Neuropsychology*, 28, 689-729.
- Diamond, A., Cruttenden, L., & Neiderman, D. (1994). A-not-B with multiple wells: 1. Why multiple wells are sometimes easier than two wells? 2. Memory or memory + inhibition? *Developmental Psychology*, 30, 192-205.
- Diamond, A., & Doar, B. (1989). The performance of human infants on a measure of frontal cortex function, the delayed response task. *Developmental Psychobiology*, 22, 271-294.
- Diamond, A., & Goldman-Rakic, P. S. (1985). Evidence that maturation of frontal cortex underlies behavioral change during the first year of life. *Society for Research in Child Development Abstracts*, 5, 85.
- Diamond, A., & Goldman-Rakic, P. S. (1989). Comparison of human infants and rhesus monkeys on Piaget's A-not-B task: Evidence for dependence on dorsolateral prefrontal cortex. *Experimental Brain Research*, 74, 24-40.
- Diamond, A., & Kirkham, N. Z. (2005). Not quite as grown-up as we like to think: Parallels between cognition in childhood and adulthood. *Psychological Science*, 16, 291-297.

- Diamond, A., Kirkham, N. Z., & Amso, D. (2002). Conditions under which young children can hold two rules in mind and inhibit a prepotent response. *Developmental Psychology, 38* (3), 352-362.
- Diamond, A., & Taylor, C. (1996). Development of an aspect of executive control: Development of the abilities to remember what I said and to "Do as I say, not as I do." *Developmental Psychobiology, 29*, 315-334.
- Duncan, J. (1980). The locus of interference in the perception of simultaneous stimuli. *Psychological Review, 87* (3), 272-300.
- Duncan, J., Emslie, H., & Williams, P. (1996). Intelligence and the prefrontal lobe: The organization on goal-directed behavior. *Cognitive Psychology, 30*, 257-303.
- Elliott, J. M., & Connolly, K. J. (1984). A classification of manipulative hand movements. *Developmental Medicine and Child Neurology, 26*, 283-296.
- Engle, R. W. (2002). Working memory capacity as executive attention, *Current Directions in Psychological Science, 11*, 19-23.
- Engle, R. W., & Kane, M. J. (2004). Executive attention, working memory capacity, and a two-factor theory of cognitive control. In B. Ross (Ed.). *The psychology of learning and motivation* (pp. 145-199). New York: Elsevier.
- Engle, R. W., Kane, M. J., & Tuholski, S. W. (1999). Individual differences in working memory capacity and what they tell us about controlled attention, general fluid intelligence and functions of the prefrontal cortex. In A. Miyake & P. Shah

- (Eds.), *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* (pp. 102-134). London: Cambridge Press.
- Eslinger, P. J., Biddle, K. R., & Grattan, L. M. (1997). Cognitive and social development in children with prefrontal cortex lesions. In N. Krasnegor, G. R. Lyon & P. S. Goldman-Rakic (Eds.), *Prefrontal cortex: Evolution, development, and behavioral neuroscience* (pp. 295-335). Baltimore: Brooke Publishing.
- Espy, K. A. (1997). The shape School: Assessing executive function in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, *13* (4), 495-499.
- Espy, K. A., & Bull, R. (2005). Inhibitory processes in young children and individual variation in short-term memory. *Developmental Neuropsychology*, *28*, 669-688.
- Espy, K. A., Kaufmann, P. M., Glisky, M. L., & McDiarmid, M. D. (2001). New procedures to assess executive functions in preschool children. *The Clinical Neuropsychologist*, *15* (1), 46-58.
- Espy, K. A., Kaufmann, P. M., McDiarmid, M. D., & Glisky, M. L. (1999). Executive functioning in preschool children: A-not-B and other delayed response format task performance. *Brain Cognition*, *41*, 178-199.
- Estévez, A., García, C., y Barraquer, L. I. (2000). Los lóbulos frontales: El cerebro ejecutivo. *Revista de Neurología*, *31* (6), 566-577.

- Fagard, J., & Lockman, J. J. (2005). The effect of task constraints on infants' bimanual strategy for grasping and exploring objects. *Infant Behavior and Development*, 28, 305-315.
- Fagard, J., & Marks, A. (2000). Unimanual and bimanual task and the assessment of handedness in toddlers. *Developmental Science*, 3 (2), 137-147.
- Fan, J., McCandliss, B. D., Sommer, T., Raz, M., & Posner, M. I. (2002). Testing the efficiency and independence of attentional networks. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 340, 340-347.
- Franz, V. H., Gegenfurtner, K. R., Bulthoff, H. H., & Fahle, M. (2000). Grasping visual illusions: No evidence for a dissociation between perception and action. *Psychological Science*, 11 (1), 20-25.
- Frith, U., & Happé, F. (1994). Autism: Beyond theory of mind. *Cognition*, 50, 115-132.
- Frye, D., & Zelazo, P. D. (2003). The development of young children's action control and awareness. In J. Roessler & N. Eilan (Eds.), *Agency and self-awareness: Issues in philosophy and psychology* (pp. 244-262). Oxford: Oxford University Press.
- Frye, D., Zelazo, P. D., & Burack, J. A. (1998). Cognitive complexity and control: 1. Implications for theory of mind in typical and atypical development. *Current Directions in Psychological Science*, 7, 116-121.

- Frye, D., Zelazo, P. D., & Palfai, T. (1995). Theory of mind and rule-based reasoning. *Cognitive Development, 10*, 483-527.
- Fuster, J. M. (1989). *The Prefrontal Cortex*. New York: Raven.
- Fuster, J. M. (2002). Physiology of the executive functions: The perception-action cycle. In D. T. Stuss & R. T. Knight (Eds.), *Principles of Frontal Lobe Function* (pp. 96-108). New York, USA: Oxford University Press.
- Gallese, V., Fadiga, L., Fogassi, L., & Rizzolatti, G. (1996). Action recognition in the premotor cortex. *Brain, 119*, 593-609.
- Garon, N., Bryson, S., & Smith, I. (2008). A review of executive function in the preschool period using an integrative framework. *Psychological Bulletin, 134*, 31-60.
- Geerts, W. K., Einspieler, C., Dibiasi, J., Gazzarolli, B., & Bos, A. F. (2003). Development of manipulative hand movements during the second year of life. *Early Human Development, 75*, 91-103.
- Gentilucci, M. (2002). Object motor representation and reaching-grasping control. *Neuropsychologia, 40*, 1139-1153.
- Gerstadt, C., Hong, Y., & Diamond, A. (1994). The relationship between cognition and action: Performance on children 3.5-7 years old on a Stroop-like day-night test. *Cognition, 53*, 129-153.

- Gibson, J. J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Boston, MA: Houghton Mifflin
- Gibson, E. J. (1988). Exploratory behavior in the development of perceiving, acting, and the acquiring of knowledge. *Annual Review of Psychology*, 39, 1-41.
- Gibson, E. J., & Pick, A. D. (2000). *An ecological approach to perceptual learning and development*. New York: Oxford University Press.
- Gibson, E. J., & Schmuckler, M. A. (1989). Going somewhere: An ecological and experimental approach to development of mobility. *Ecological Psychology*, 1, 3-25.
- Gioia, G. A., Isquith, P. K., & Guy, S. C. (2001). Assessment of executive functions in children with neurological impairment. In R. J. Simeonsson & S. L. Rosenthal (Eds.), *Psychological and developmental assessment: Children with disabilities and chronic conditions* (pp. 317-356). New York: Guilford.
- Gioia, G. A., Isquith, P. K., Kenworthy, L., & Barton, R. M. (2002). Profiles of everyday executive function in acquired and developmental disorders. *Child Neuropsychology: A Journal on Normal and Abnormal Development in Childhood and Adolescence*, 8 (2), 121-137.
- Gioia, G. A., Isquith P. K., Guy, S. C., & Kenworthy, L. (2000). Behavior rating inventory of executive function. *Child Neuropsychology: A Journal on Normal and Abnormal Development in Childhood and Adolescence*, 6 (3), 235-238.

- Goldberg, E. (2001). *The executive brain: Frontal lobes and the civilized mind*. New York: Oxford University Press.
- Goldman-Rakic, P. S. (1988). Changing concepts of cortical connectivity: Parallel distributed cortical networks. In: P. Rakic & W. Singer (Eds.), *Neurobiology of Neocortex* (pp. 177-202). New York: Wiley.
- Goldstein, G. (1996). Functional considerations in neuropsychology. In R. J. Sbordone & C. J. Long (Eds.), *Ecological Validity of Neuropsychological Testing* (pp. 75-89). Florida: St. Lucie Press.
- González, C., Carranza, J. A., Fuentes, L. J., Galián, M. D., y Estévez, A. F. (2001). Mecanismos atencionales y desarrollo de la autorregulación en la infancia. *Anales de Psicología*, 17 (2), 275-286.
- Goodale, M. A. (2008). Action without perception in human vision. *Cognitive Neuropsychology*, 25, 891-919.
- Goodale, M. A., & Humphrey, G. K. (1998). The objects of action and perception. *Cognition*, 67, 179-205.
- Goodale, M. A., & Milner, A. D. (2004). *Sight Unseen: An Exploration of Conscious and Unconscious Vision*. Oxford: Oxford University Press.
- Hampshire, A., & Owen, A. M. (2006). Fractionating attentional control using event-related fMRI. *Cerebral Cortex*, 16, 1679-1689.

- Happé, F. (1994). An advanced test of theory of mind: Understanding of story characters' thoughts and feelings by able autistic, mentally handicapped, and normal children and adults. *Journal of Autism and Development Disorders*, 24, 129-154.
- Hofstadter, M., & Reznick, J. S. (1996). Response modality affects human infant delayed response performance. *Child Development*, 67, 646-658.
- Hommel, B., Müsseler, J., Aschersleben, G., & Prinz, W. (2001). The theory of event coding: A framework for perception and action planning. *Behavioral and Brain Sciences*, 24, 849-937.
- Hongwanishkul, D., Happaney, K. R., Lee, W., & Zelazo, P. D. (2005). Hot and cool executive function: Age-related changes and individual differences. *Developmental Neuropsychology*, 28, 617-644.
- Hughes, C. (1998). Executive function in preschoolers: Links with theory of mind and verbal ability. *British Journal of Developmental Psychology*, 16, 233-253.
- Hughes, C. (2005). Executive functions. In B. Hopkins (Ed.), *The Cambridge Encyclopedia of Child Development* (pp. 313-316). New York: Cambridge University Press.
- Hughes, C., & Graham, A. (2002). Measuring executive functions in childhood: Problems and solutions? *Child and Adolescent Mental Health*, 7, 131-142.

- Hughes, C., Russell, J., & Robbins, T. W. (1994). Evidence for executive dysfunction in autism. *Neuropsychologia*, *32*, 477-492.
- Huttenlocher, P. R., & Dabholkar, A. S. (1997). Regional differences in synaptogenesis in human cerebral cortex. *Journal of Comparative Neurology*, *387*, 167-178.
- Isquith, P. K., Gioia, G., & Espy, K. A. (2004). Executive function in preschool children: Examination through everyday behavior. *Developmental Neuropsychology*, *26* (1), 403-422.
- Jacques, S., & Zelazo, P. D. (2001). The Flexible Item Selection Task (FIST): A measure of executive function in preschoolers. *Developmental Neuropsychology*, *20*, 573-591.
- Jacques, S., Zelazo, P. D., Kirkham, N. Z., & Semcesen, T. K. (1999). Rule selection versus rule execution in preschoolers: An error-detection approach. *Developmental Psychology*, *35* (3), 770-780.
- Jennings, K. D. (2004). Development of goal-directed behaviour and related self-processes in toddlers. *International Journal of Behavioral Development*, *28* (4), 319-327.
- Jódar, M. (2004). Funciones cognitivas del lóbulo frontal. *Revista de Neurología*, *39* (2), 178-182.
- Jones, L. B., Rothbart, M. K., & Posner, M. I. (2003). Development of executive attention in preschool children. *Developmental Science*, *6* (5), 498-504.

- Johnson, M. H., Posner, M., & Rothbart, M. K. (1991). Components of visual orienting in early infancy: Contingency learning, anticipatory looking and disengaging. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 3, 335-344.
- Karmiloff-Smith, A. (1995). *Beyond Modularity: A Developmental Perspective on Cognitive Science*. Cambridge: Bradford Books.
- Kellman, P. J., & Arterberry, M. E. (2006). Infant Visual Perception. In D. Kuhn, R. S. Siegler, W. Damon & R. M. Lerner (Eds.), *Handbook of child psychology: Vol. 2. Cognition, perception, and language* (6th ed., pp. 109-160). Hoboken, NJ: Wiley.
- Kirkham, N. Z., & Diamond, A. (2003). Sorting between theories of perseveration: Performance in conflict tasks requires memory, attention, and inhibition. *Developmental Science*, 6, 474-476.
- Kirkham, N. Z., Cruess, L. & Diamond, A. (2003). Helping children apply their knowledge to their behavior on a dimension-switching task. *Developmental Science*, 6, 449-467.
- Klingberg, T., Forssberg, H., & Westerberg, H. (2002). Increased brain activity in frontal and parietal cortex underlies the development of visuospatial working memory capacity during childhood. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 14 (1), 1-10.

- Kloo, D., & Perner, J. (2003). Training transfer between card sorting and false belief understanding: Helping children apply conflicting descriptions. *Child Development, 74*, 1823-1839.
- Kloo, D., & Perner, J. (2005). Disentangling dimensions in the dimensional change card sorting task. *Developmental Science, 8*, 44-56.
- Kloo, D., Perner, J., Kerschhuber, A., Dabernig, S., & Aichhorn, M. (2008). Sorting between dimensions: Conditions of cognitive flexibility in preschoolers. *Journal of Experimental Child Psychology, 100*, 115-134.
- Knight, R. T., & Stuss, D. T. (2002). Prefrontal cortex: The present and the future. In D. T. Stuss & R. T. Knight (Eds.), *Principles of Frontal Lobe Function* (pp. 573-597). New York: Oxford University Press.
- Kochanska, G., Coy, K. C., & Murray, K. T. (2001). The development of self-regulation in the first four years of life. *Child Development, 72* (4), 1091-1111.
- Kochanska, G., Murray, K. T., & Harlan, E. (2000). Effortful control in early childhood: Continuity and change, antecedents, and implications for social development. *Developmental Psychology, 36*, 220-232.
- Kochanska, G., Murray K. T., Jacques T. Y., Koenig A. L., & Vandegest K. A. (1996). Inhibitory control in young children and its role in emerging internalization. *Child Development, 67*, 490-507.

- Konishi, S., Kawazu, M., Uchida, I., Kikyo, H., Asakura, I., & Miyashita, Y. (1999). Contribution of working memory to transient activation in human inferior prefrontal cortex during performance of the Wisconsin card sorting test. *Cerebral Cortex, 9* (7), 745-753.
- Kopp, C. B. (1982). Antecedents of self regulation: A developmental perspective. *Developmental Psychology, 18*, 199-214.
- Korkman, M. (2004). NEPSY: A tool for comprehensive assessment of neurocognitive disorders in children. In G. Goldstein & S. R. Beers (Eds.), *Comprehensive Handbook of Psychological Assessment* (pp. 157-176). Hoboken, NJ: John Wiley.
- Kroger, J. K., Sabb, F. W., Fales, C. L., Bookheimer, S. Y., Cohen, M. S., & Holyoak, K. J. (2002). Recruitment of anterior dorsolateral prefrontal cortex in human reasoning: A parametric study of relational complexity. *Cerebral Cortex, 12*, 477-485.
- Kuhtz-Buschbeck, J. P., Stolze, H., Johnk, K., Boczek-Funcke, A., & Illert, M. (1998). Development of prehension movements in children: a kinematic study. *Experimental Brain Research, 122* (4), 424-432.
- LaBerge, D. (2004). Attention, awareness, and the triangular circuit. In B. J. Baars, W. P. Banks & J. B. Newman (Eds.), *Essential sources in the scientific study of consciousness* (pp. 291-318). Cambridge: MIT Press.

- Lamm, C., Zelazo, P. D., & Lewis, M. D. (2006). Neural correlates of cognitive control in childhood and adolescence: Disentangling the contributions of age and executive function. *Neuropsychologia*, *44* (11), 2139-2148.
- Leconte, P., & Fagard, J. (2006). Which factors affect hand selection in children's grasping in hemispace? Combined effects of task demand and motor dominance. *Brain and Cognition*, *60*, 88-93.
- Lockman, J. J. (2000). A perception-action perspective on tool use development. *Child Development*, *71* (1), 137-144.
- Lockman, J. J., Ashmead, D. H., & Bushnell, E. W. (1984). The development of anticipatory hand orientation during infancy. *Journal of Experimental Child Psychology*, *37* (1), 176-186.
- Longo, M. R., & Bertenthal, B. I. (2006). Common coding of observation and execution of action in 9-month-old infants. *Infancy*, *10*, 43-59.
- Luciana, M., & Nelson, C. A. (1998). The functional emergence of prefrontally-guided working memory systems in four to eight year old children. *Neuropsychologia*, *36* (3), 273-293.
- Luria, A. R. (1983). *Las funciones corticales superiores del hombre*. Barcelona: Fontanella.
- Lustig, C., Hasher, L., & Zacks, R. T. (2007). Inhibitory deficit theory: recent developments in a new view. In D. S. Gorfein & C. M. MacLeod (Eds.), *The*

place of inhibition in cognition (pp. 145-162). Washington, DC: American Psychological Association.

Manoel, E. J., & Connolly, K. J. (1995). Variability and the development of skilled actions. *International Journal of Psychophysiology*, *19*, 129-147.

Manoel, E. J., & Connolly, K. J. (1998). The development of manual dexterity in young children. In K. J. Connolly (Ed.), *The Psychobiology of the Hand* (pp. 177-198). Cambridge: Cambridge University Press.

Marcovitch, S., Boseovski, J. J., & Knapp, R. (2007). Use it or lose it: Examining preschoolers' difficulty in maintaining and executing a goal. *Developmental Science*, *10*, 559-564.

Marcovitch, S., & Zelazo, P. D. (1999). The A-not-B error: Results from a logistic meta-analysis. *Child Development*, *70*, 1297-1313.

Marcovitch, S., & Zelazo, P. D. (2000). A generative connectionist model of the development of rule use in children. *Proceedings of the Twenty-second Annual Conference of the Cognitive Science Society, USA*, 334-339.

Marschik, P. B., Einspieler, C., Strohmeier, A., Garzarolli, B., & Prechtel, H. F. (2007). A longitudinal study on hand use while building a tower. *Laterality*, *12* (4), 356-363.

- Marschik, P. B., Einspieler, C., Strohmeier, A., Plienegger, J., Garzarolli, B., & Prechtel, H. F. (2008). From the reaching behavior at 5 months of age to hand preference at preschool age. *Developmental Psychobiology*, *50* (5), 511-518.
- McCloskey, G., Perkins, L. A., & Van Diviner, B. (2009). Introduction to executive functions. In R. B. Mennuti & R. W. Christner (Eds.), *Assessment and Intervention for Executive Function Difficulties* (pp. 11-35). New York: Routledge Taylor & Francis Group.
- Mesulam, M. M. (2000). Behavioral neuroanatomy: Large-scale networks, association cortex, frontal syndromes, limbic system, and hemispheric specialization. In M. M. Mesulam (Ed.), *Principles of Behavioral and Cognitive Neurology* (pp. 1-120). New York: Oxford University Press.
- Mesulam, M. M. (2002). The human frontal lobes: Transcending the default mode through contingent encoding. In D. T. Stuss & R. T. Knight (Eds.), *Principles of Frontal Lobe Function* (pp. 8-30). New York: Oxford University Press.
- Meyer, D. E., Evans, J. E., Lauber, E. J., & Gmeindl, L., Rubinstein, J., Junck, L., & Koeppe, R. A. (1998). The role of dorsolateral prefrontal cortex for executive processes in task switching. Paper presented at the Cognitive Neuroscience Society Annual Meeting, San Francisco, CA.
- Michaels, C. F. (2000). Information, perception, and action: What should ecological psychologists learn from Milner and Goodale (1995)? *Ecological Psychology*, *12*, 241-258.

- Milner, A. D., & Goodale, M. A. (1995). *The Visual Brain in Action*. Oxford: Oxford University Press.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex frontal lobe tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, *41*, 49-100.
- Morton, J. B., & Munakata, Y. (2002). Are you listening? Exploring a knowledge-action dissociation in a speech interpretation task. *Developmental Science*, *5*, 435-440.
- Mounoud, P., Duscherer, K., Moy, G., & Perraudin, S. (2007). The influence of action perception on object recognition: A developmental study. *Developmental Science*, *10* (6), 836-852.
- Müller, U., Dick, A. S., Gela, K., Overton, W. F., & Zelazo, P. D. (2006). The role of negative priming in preschoolers' flexible rule use on the dimensional change card sort task. *Child Development*, *77*, 395-412.
- Müller, U., Zelazo, P. D., Hood, S., Leone, T., & Rohrer, L. (2004). Interference control in a new rule use task: Age-related changes, labeling, and attention. *Child Development*, *75*, 1594-1609.
- Munakata, Y. (1998). Infant perseveration and implications for object permanence theories: A PDP model of the A-not-B task. *Developmental Science*, *1* (2), 161-184.

- Munakata, Y. (2001). Graded representations in behavioral dissociations. *Trends in Cognitive Sciences*, 5 (7), 309-315.
- Munakata, Y. (2002). Cognitive development, connectionist models. In M. Arbib (Ed.), *The Handbook of Brain Theory and Neural Networks* (pp. 212-216). Cambridge, MA: MIT Press.
- Munakata, Y., & McClelland, J. L. (2003). Connectionist models of development. *Developmental Science*, 6 (4), 413-429.
- Munakata, Y., & Yerys, B. E. (2001). All together now: When dissociations between knowledge and action disappear. *Psychological Science*, 12 (4), 335-337.
- Napier, J. R. (1956). The prehensile movements of the human hand. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 38, 902-913.
- Nardini, M., Braddick, O., Atkinson, J., Cowie, D. A., Ahmed, T., & Reidy, H. (2008). Uneven integration for perception and action cues in children's working memory. *Cognitive Neuropsychology*, 25, 968-984.
- Newell, K. M., & McDonald, P. V. (1997). The development of grip patterns in infancy. In K. J. Connolly & H. Forssberg (Eds.), *Neurophysiology and Neuropsychology of Motor Development* (pp. 232-256). Cambridge, UK: University Press.

- Newell, K. M., Scully, D. M., McDonald, P. V., & Baillargeon, R. (1989). Task constraints and infant grip configurations. *Developmental Psychobiology*, 22 (8), 817-832.
- Norman, D. A., & Shallice, T. (1986). Attention to action: Willed and automatic control of behaviour. In Davidson, R. J., Schwartz, G. E. & Shapiro, D. (Eds.), *Consciousness and Self-Regulation: Vol. 4. Advances in Research and Theory* (pp. 1-18). New York: Plenum Press.
- Olivier, I., Hay, L., Bard, C., & Fleury, M. (2007). Age-related differences in the reaching and grasping coordination in children: unimanual and bimanual tasks. *Experimental Brain Research*, 179 (1), 17-27.
- Olmos, M. (2000). *Un Estudio Experimental sobre el Desarrollo del Control Motor en la Infancia*. Tesis doctoral no publicada, Universidad de Jaén.
- Örnkloo, H., & von Hofsten, C. (2007). Fitting objects into holes: On the development of spatial cognition skills. *Developmental Psychology*, 43 (2), 404-416.
- Ozonoff, S. (1995). Reliability and validity of the Wisconsin card sorting test in studies of autism. *Neuropsychology*, 9 (4), 491-500.
- Ozonoff, S., Pennington, B. F., & Rogers, S. J. (1991). Executive function deficits in high-functioning autistic individuals: Relationship to theory of mind. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 32, 1081-1105.

- Ozonoff, S., & Strayer, D. L. (1997). Inhibitory function in nonretarded children with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 27, 59-77.
- Passler, M. A., Isaac, W., & Hynd, G. W. (1985). Neuropsychological development of behavior attributed to frontal lobe functioning in children. *Developmental Neuropsychology*, 1 (4), 349-370.
- Pennington, B. F., & Ozonoff, S. (1996). Executive function and developmental psychopathology. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 37, 51-87.
- Perner, J., & Lang, B. (1999). Development of theory of mind and executive control. *Trends in Cognitive Science*, 3 (9), 337-344.
- Perner, J., & Lang, B. (2002). What causes 3-year olds' difficulty on the dimensional change card sorting task? *Infant and Child Development*, 11, 93-105.
- Perner, J., Stummer, S., Sprung, M., & Doherty, M. (2002). Theory of mind finds its piagetian perspective: Why alternative naming comes with understanding belief. *Cognitive Development*, 103, 1-22.
- Piaget, J. (1954). *The Construction of Reality in the Child*. New York: Basic Books.
- Piaget, J., e Inhelder, B. (1983). *Génesis de las estructuras lógicas elementales: Clasificaciones y seriaciones*. Buenos Aires: Guadalupe.
- Posner, M. I., & Rothbart, M. K. (1998). Attention, self-regulation, and consciousness. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 353, 1915-1927.
- Posner, M. I., Walker, J. A., Friedrich, F. J., & Rafal, R. D. (1984). Effects of parietal

- lobe injury on covert orienting of visual attention. *The Journal of Neuroscience*, 4, 1863-1874.
- Prevor, M. B., & Diamond, A. (2005). Color-object interference in young children: A Stroop effect in children 3.5 - 6.5 years old. *Cognitive Development*, 20, 256-278.
- Pryde, K. M., Bryden, P. J., & Roy, E. A. (2000). A developmental analysis of the relationship between hand preference and performance: I. Preferential reaching into hemispace. *Brain and Cognition*, 43 (1-3), 370-374.
- Ramírez, J. D. (1987). Regulación verbal: Un tema a debate. *Infancia y Aprendizaje*, 37, 59-70.
- Redondo, L., Brown, R. G., & Chacón, J. (2001). Disfunción ejecutiva en la enfermedad de Huntington. *Revista de Neurología*, 32 (10), 923-929.
- Reed E. N. (1982). An outline of a theory of action systems. *Journal of Motor Behavior*, 14, 98-134.
- Reed, M., Pien, D. L., & Rothbart, M. K. (1984). Inhibitory self-control in preschool children. *Merrill Palmer Quarterly*, 30, 131-147.
- Rennie, D. A. C., Bull, R., & Diamond, A. (2004). Executive functioning in preschoolers: Reducing the inhibitory demands of the dimensional change card sort task. *Developmental Neuropsychology*, 26 (1), 423-443.

- Robbins, T. W. (2000). Chemical neuromodulation of frontal executive function in humans and other animals. *Experimental Brain Research*, *133*, 130-138.
- Roberts, R. J., & Pennington, B. F. (1996). An interactive framework for examining prefrontal cognitive processes. *Developmental Neuropsychology*, *12*, 105-126.
- Rothbart, M. K., Ahadi, S. A., Hershey, K. L., & Fisher, P. (2001). Investigations of temperament at three to seven years: The Children's Behavior Questionnaire. *Child Development*, *72* (5), 1394-1408.
- Rothbart, M. K., & Bates, J. E. (2006). Temperament. In N. Eisenberg, W. Damon, & R. M. Lerner (Eds.), *Handbook of Child Psychology: Vol. 3. Social, emotional, and personality development* (6th ed., pp. 99-166). Hoboken, New Jersey.
- Rothbart, M. K., Ellis, L. K., Rueda, M. R., & Posner, M. I. (2003). Developing mechanisms of temperamental effortful control. *Journal of Personality*, *71*, 1113-1143.
- Rothbart, M. K., & Posner, M. (1985). Temperament and the development of selfregulation. In L. C. Hartlage & C. F. Telzrow (Eds.), *The neuropsychology of individual differences: A developmental perspective* (pp. 93-123). New York: Plenum.
- Rothbart, M. K., & Posner, M. I. (2001). Mechanism and variation in the development of attentional networks. In C. A. Nelson & M. Luciana (Eds.), *Handbook of developmental cognitive neuroscience* (pp. 353-363). Cambridge, MA: MIT Press.

- Rothbart, M. K., Posner, M. I., & Kieras, J. (2006). Temperament, attention, and the development of self-regulation. In K. McCartney & D. Phillips (Eds.), *The Blackwell handbook of early child development* (pp. 338-357). Malden, MA: Blackwell Publishing.
- Rowe, J. B., Owen, A. M., Johnsrude, I. S., & Passingham, R. E. (2001). Imaging the mental components of a planning task. *Neuropsychologia*, *39*, 315-327.
- Rueda, M. R., Posner, M. I., Rothbart, M. K., & Davis-Stober, C. P. (2004). Development of the time course for processing conflict: An event-related potentials study with 4 year olds and adults. *BMC Neuroscience*, *5*: 39.
- Ruff, H. A. (1984). Infants manipulative exploration of objects - effects of age and object characteristics. *Developmental Psychology*, *20* (1), 9-20.
- Ruff, H. A., & Capozzoli, M. C. (2003). Development of attention and distractibility in the first 4 years of life. *Developmental Psychology*, *39* (5), 877-890.
- Ruff, H. A., & Lawson, K. R. (1990). Development of sustained, focused attention in young-children during free play. *Developmental Psychology*, *26* (1), 85-93.
- Ruff, H., & Rothbart, M. K. (1996). *Attention in early development: Themes and variations*. New York: Oxford.
- Russell, J. (1997). *Autism as an executive disorder*. Oxford: Oxford University Press.

- Santello, M., Flanders, M., & Soechting, J. F. (2002). Patterns of hand motion during grasping and the influence of sensory guidance. *The Journal of Neuroscience*, 22 (4), 1426-1435.
- Savelsbergh, G. J., & van der Kamp, J. (2000). Adaptation in the timing of catching under changing environmental constraints. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 71 (2), 195-200.
- Sandson, T. A., Daffner, K. R., Carvalho, P. A., & Mesulam, M. M. (1991). Frontal lobe dysfunction following infarction of the left-sided medial thalamus. *Archives of Neurology*, 48, 1300-1303.
- Schieber, M. H. (1995). Muscular production of individuated finger movements: The roles of extrinsic finger muscles. *The Journal of Neuroscience*, 15, 284-297.
- Shallice, T. (1982). Specific impairments of planning. *Royal Society of London Philosophical Transactions*, 298, 199-209.
- Sharon, T., & DeLoache, J. S. (2003). The role of perseveration in children's symbolic understanding and skill. *Developmental Science*, 6 (3), 289-296.
- Shutts, K., Örnkloo, H., von Hofsten, C., Keen, R., & Spelke, E. (Submitted) Young children's representations of spatial and functional relationships between objects. *Child Development*.

- Simpson, A., & Riggs, K. J. (2007). Under what conditions do young children have difficulty inhibiting manual actions? *Developmental Psychology*, *43* (2), 417-428.
- Smeets, J. B. J., & Brenner, E. (2001). Perception and action are inseparable. *Ecological Psychology*, *13* (2), 163-166.
- Smith, L. B., Thelen, E., Titzer, R., & McLin, D. (1999). Knowing in the context of acting: the task dynamics of the A-not-B error. *Psychological Review*, *106* (2), 235-260.
- Smitsman, A. W. (2001). Action in infancy: perspectives, concepts and challenges, development of reaching and grasping. In J. G. Bremner & A. Fogel (Eds.), *Blackwell Handbook of Infant Development* (pp. 71-98). Oxford: Blackwell Publishers.
- Spencer, J. P., Smith, L. B., & Thelen, E. (2001). Tests of a dynamic systems account of the A-not-B error: The influence of prior experience on the spatial memory abilities of two-year-olds. *Child Development*, *72*, 1327-1346.
- Stahl, L., & Pry, R. (2005). Attentional flexibility and perseveration: Developmental aspects in young children. *Child Neuropsychology*, *11* (2), 175-189.
- Stern, R. A., & Prohaska, M. L. (1996). Neuropsychological evaluation of executive functioning. In L. J. Dickstein, M. B. Riba & J. M. Oldham (Eds.), *Academic psychiatric press review of psychiatry* (pp. 243-266). Washington, DC: American Psychiatric Press.

- Stoffregen, T. A., & Bardy, B. G. (2001). On specification and the senses. *Behavioral and Brain Sciences*, 24 (2), 195-261.
- Stuss, D. T. (1992). Biological and psychological development of executive functions. *Brain and Cognition*, 20, 8- 23.
- Stuss, K. H., & Benson, D. F. (1984). Neuropsychological studies of the frontal lobes. *Psychological Bulletin*, 95, 3-28.
- Temple, C. (1997). *Developmental cognitive neuropsychology*. East Sussex, UK: Psychology Press.
- Thelen, E., Corbetta, D., & Spencer, J. P. (1996). The development of reaching during the first year: The role of movement speed. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 22, 1059-1076.
- Thelen, E., Schöner, G., Scheier, C., & Smith, L. B. (2001). The dynamics of embodiment: A field theory of infant perseverative reaching. *Behavioral and Brain Sciences*, 24, 1-34.
- Thelen, E., & Smith, L. B. (1998). Dynamic systems theories. In W. Damon., R. D. Kuhn & R. S. Siegler (Eds.), *Handbook of child psychology: Vol. 1. Theoretical models of human* (5th ed., pp. 563-634). New York: Wiley.
- Towse, J. N., Redbond, J., Houston-Price, C. M. T., & Cook, S. (2000). Understanding the dimensional change card sort: Perspectives from task success and failure. *Cognitive Development*, 15 (3), 347-365.

- Ungerleider, L. G., & M. Mishkin (1982). Two cortical visual systems. In D. J. Ingle, M. A. Goodale & R. J. W. Mansfield (Eds.), *Analysis of Visual Behavior* (pp. 549-586). Cambridge, MA: MIT Press.
- Van Doorn, H., van der Kamp, J., & Savelsbergh, G. J. P. (2007). Grasping the Müller-Lyer illusion: The contributions of vision for perception in action. *Neuropsychologia*, 45 (8), 1939-1947.
- Van Hof, P. (2005). *Perception-action couplings in early infancy*. The Netherlands: IFKB.
- Von Hofsten, C. (1982). Eye-hand coordination in the newborn. *Developmental Psychology*, 18, 450-461.
- Von Hofsten, C. (1991) Structuring of early reaching movements: A longitudinal study. *Journal of Motor Behavior*, 23, 280-292.
- Von Hofsten, C. (2003). On the development of perception and action. In J. Valsiner & K. J. Connolly (Eds.), *Handbook of Developmental Psychology* (pp. 114-140). London: Sage.
- Von Hofsten, C. (2004). An action perspective on motor development. *Trends in Cognitive Sciences*, 8 (6), 266-272.
- Von Hofsten, C., & Rönnqvist, L. (1988). Preparation for grasping an object: A developmental. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 14, 610-621.

- Ware, E. A., Uttal, D. H., Wetter, E. K., & DeLoache, J. S. (2006). Young children make scale errors when playing with dolls. *Developmental Science*, 9 (1), 40-45.
- Weintraub, S. (2000). Neuropsychological assessment of mental state. In M. M. Mesulam (Ed.), *Principles of Behavioral and Cognitive Neurology* (pp. 121-173). New York: Oxford University Press.
- Wellman, H. M., Cross, D., & Bartsch, K. (1986). Infant search and object permanence: A meta-analysis of the A-not-B error. *Monographs of the Society for Research in Child Development, Serial No. 214*, 51 (3), 1-51.
- Welsh, M. C., Friedman, S. L., & Spieker, S. J. (2006). Executive functions in developing children: current conceptualizations and questions for the future. In D. Phillips & K. McCartney (Eds.), *Handbook of Early Childhood Development* (pp. 167-187). London: Blackwell.
- Welsh, M. C., Pennington, B. F., & Groisser, D. B. (1991). A normative-developmental study of executive function: A window of prefrontal function in children. *Developmental Neuropsychology*, 7 (2), 131-149.
- Welsh, M. C., Satterlee-Cartmell, T., & Stine, M. (1999). Towers of Hanoi and London: Contribution of working memory and inhibition performance. *Brain and Cognition*, 41 (2), 231-242.
- Wise, S. P., Murray, E. A., & Gerfen, C. R. (1996). The frontal cortex basal ganglia system in primates. *Critical Reviews in Neurobiology*, 10, 317-356.

- Willatts, P. (1997). Beyond the "couch potato" infant: How infants use their knowledge to regulate action, solve problems, and achieve goals. In J.G. Bremner, A. Slater & G. Butterworth (Eds.), *Infant development: Recent advances* (pp. 109-135). Hove: Psychology Press.
- Wong, Y. J., & Whishaw, I. Q. (2004). Precision grasps of children and young and old adults: Individual differences in digit contact strategy, purchase pattern, and digit posture. *Behavioural Brain Research*, *154*, 113-123.
- Yerys, B. E., & Munakata, Y. (2006). When labels hurt but novelty helps: Children's perseveration and flexibility in a card sorting task. *Child Development*, *77*, 1589-1607.
- Zelazo, P. D., Burack, J., Boseovski, J, Jacques, S., & Frye, D. (2001). A cognitive complexity and control framework for the study of autism. In J. A. Burack, T. Charman, N. Yirmiya & P. D. Zelazo (Eds.), *The development of autism: Perspectives from theory and research* (pp. 195-217). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Zelazo, P. D., Carlson, S. M., & Kesek, A. (2008). The development of executive function in childhood. In C. A. Nelson & M. Luciana, (Eds.), *Handbook of Developmental Cognitive Neuroscience* (2nd ed., pp. 553-574). Cambridge, MA: MIT Press.

- Zelazo, P. D., Carter, A., Reznick, J. S., & Frye, D. (1997). Early development of executive function: A problem-solving framework. *Review of General Psychology, 1*, 198-226.
- Zelazo, P. D., Craik, F. I. M., & Booth, L. (2004). Executive function across the life span. *Acta Psychologica, 115*, 167-184.
- Zelazo, P. D., & Cunningham, W. A. (2007). Executive function: Mechanism underlying emotion regulation. In: J. J. Gross (Ed.), *Handbook of emotion regulation* (pp. 135–158). New York: Guilford.
- Zelazo, P. D., & Frye, D. (1998). Cognitive complexity and control: 2. The development of executive function in childhood. *Current Directions in Psychological Science, 7* (4), 121-126.
- Zelazo, P. D., Frye, D., & Rapus, T. (1996). An age-related dissociation between knowing rules and using them. *Cognitive Development, 11*, 37-63.
- Zelazo, P. D., & Müller, U. (2002). Executive function in typical and atypical development. In U. Goswami (Ed.), *Handbook of Childhood Cognitive Development* (pp. 445-469). Oxford: Blackwell.
- Zelazo, P. D., Müller, U., Frye, D., & Marcovitch, S. (2003). The development of executive function in early childhood. *Monographs of the Society for Research in Child Development, Serial No. 274, 68* (3), 1-137.

Zelazo, P. D., & Reznick, J. S. (1991). Age-related asynchrony of knowledge and action. *Child Development, 62*, 719-735.

Zelazo, P. D., Reznick, J. S., & Piñon, D. E. (1995). Response control and the execution of verbal rules. *Developmental Psychology, 31*, 508-517.

Zelazo, P. D., Reznick, J. S., & Spinazzola, J. (1998). Representational flexibility and response control in a multistep multilocation search task. *Developmental Psychology, 34* (2), 203-214.

ANEXOS

En Murcia a ... de de 200...

Estimados padres:

El Grupo de Investigación de Psicología Evolutiva, del Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación de la Universidad de Murcia está llevando a cabo un estudio sobre desarrollo de la función ejecutiva en niños pequeños a través de una tarea perceptivo-motora. Para ello ha pedido la colaboración del colegio del que su hijo/a es alumno/a.

En este estudio se pide a los niños que realicen una tarea de encajar piezas de madera en unos ejes, y se observa cómo la resuelven. La tarea se presentará como un juego y tendrá una duración de aproximadamente 15 minutos. La realización de la tarea por parte del niño se grabará en vídeo para su posterior codificación y análisis.

Para poder ofrecerles una información más detallada sobre la finalidad de nuestro estudio y conocer de forma más precisa la tarea que sus hijos/as tendrían que realizar, celebraremos una charla informativa el día de a las horas en el centro

Agradeciéndoles de antemano su colaboración, les saluda atentamente.

Fdo.: Dr. José Antonio Carranza

Catedrático de Psicología Evolutiva de la Universidad de Murcia

Investigador principal del Grupo de Investigación de Psicología Evolutiva

Declaración de Consentimiento Informado

D./Dña. con DNI, padre/madre de, manifiesta que ha sido informado/a sobre la finalidad del estudio en el que su hijo/a participará. Asimismo, he sido informado/a de que mis datos personales serán protegidos e incluidos en un fichero que deberá estar sometido a y con las garantías de la ley 15/1999 de 13 de diciembre.

Teniendo esto en consideración, otorgo mi consentimiento para que mi hijo/a participe en esta investigación y para que la información registrada sea utilizada para cubrir los objetivos especificados en el estudio.

Datos Personales

Nombre y apellidos del niño/a:

Fecha de Nacimiento:

Nombre y apellidos del padre:

Nombre y apellidos de la madre:

Dirección:

Teléfono de contacto:

En a ... de de 200

Fdo.:

Hoja de registro de conductas

Sujeto N°: [] Niñ [], [] meses ([] años y [] meses)

Duración Tarea [] : DESDE:.....:..... HASTA:.....:.....

PIEZA:							
EJE INICIAL: (T=)							
EJE DE INSERCIÓN:							
ESTRATEGIA: CCF CF CEE CPP							
PERSISTENCIA PERCEPTIVA:							
PERSISTENCIA MOTORA:							
TIEMPO PERSISTENCIA:							
PERSEVERANCIA PERCEPTIVA:							
PERSEVERANCIA MOTORA:							
TIEMPO PERSEVERANCIA:							
AYUDA EXPERIMENTADORA:							
PIEZA N° _____	ABANDONA:						
	PERSISTENCIA PERCEPTIVA:						
	MANO:	D	I	ABC	MDA	MIA	
	COGE:	LADO:	D	I	MEDIO	IPSI	CONTRA
	AJUSTA		D	I	ABC	MDA	MIA NO
	TRANSFERENCIAS			D → I	I → D		NO
	MODIFICA ORIENTACIÓN			CO	TD: MFE	TD: MSE	TD: NM
	TIPO DE MOVIMIENTO				SUAVE		
					RÍGIDO		

Correspondencias entre hoja registro de conductas y categorías asignadas

NOMENCLATURA	SIGLAS			CATEGORÍAS		
Niño / Niña	O / A			1 / 2		
Círculo Verde	C-V			1		
Círculo Naranja	C-N			5		
Cuadrado Naranja	CU-N			2		
Cuadrado Rojo	CU-R			6		
Rectángulo Azul	R-A			3		
Rectángulo Verde	R-V			7		
Triángulo Rojo	T-R			4		
Triángulo Azul	T-A			8		
Eje Circular	C			1		
Eje Cuadrado	CU			2		
Eje Rectangular	R			3		
Eje Triangular	T			4		
Criterio Color-Forma	CCF			1		
Criterio Forma	CF			1		
Criterio Ensayo Error	CEE			2		
Criterio Pieza Previa	CPP			3		
Coge D= Derecha I= Izquierda Abc= Agarre Bimanual Complementario Mda= Mano Derecha Activa En Agarre Bimanual Mia= Mano Izquierda Activa En Agarre Bimanual Ipsi= Mismo Lado Contra= Lado Opuesto	D** IPSI***	D CONTRA	D MEDIO	1	2	3
	I IPSI	I CONTRA	I MEDIO	4	5	6
	ABC D	ABC I	ABC MEDIO	7	8	9
	MDA D	MDA I	MDA MEDIO	10	11	12
	MIA D	MIA I	MIA MEDIO	13	14	15
Ajusta D=Derecha I=Izquierda Abc=Ajuste Bimanual Complementario Mda=Ajuste Bimanual Mano Derecha Activa Mia= Ajuste Bimanual Mano Izquierda Activa	D	I	ABC	1	2	3
	MDA	MIA	NA	4	5	6
Transferencias	Derecha → Izquierda			1		
	Izquierda → Derecha			2		
	No Transferencia			3		
Modifica Orientación	Coge Orientada			1		
	TD****: Orienta Fuera Del Eje			2		
	TD: Orienta Sobre Eje			3		
	TD: No Modifica Orientación			4		
Tipo De Movimiento	Suave			1		
	Rígido			2		

* La descripción realizada en esta tabla sigue el orden de presentación de los datos registrados en la hoja de registro

** La parte superior indica la mano o manos utilizadas.

*** La parte inferior indica la localización del objeto.

**** TD: hace referencia a la conducta del sujeto cuando "Tiene Dificultad" para ajustar la pieza al eje.

Ejemplo de codificación de una pieza

Sujeto N°: **104** / Niño **O** / **35** meses (**2** años y **11** meses) / Tarea: **2**

Duración Tarea: **198 segundos** Desde: **00:23:58** Hasta: **00:27:16**

ASPECTOS A REGISTRAR	REGISTRO	CATEGORIAS
PIEZA N°: 1	CU	6
EJE INICIAL	T	4
EJE DE INSERCIÓN	CU	2
N° DE EJES	2	-
ESTRATEGIA	EE	2
PERSISTENCIA PERCEPTIVA	X	1
PERSISTENCIA MOTORA	-	-
TIEMPO DE PERSISTENCIA (seg.)	9	-
PERSEVERANCIA PERCEPTIVA	-	-
PERSEVERANCIA MOTORA	-	-
PERSISTENCIA PERCEPTIVA SIN LOGRO	-	-
PERSISTENCIA MOTORA SIN LOGRO	-	-
TIEMPO DE PERSEVERANCIA	-	-
ABANDONA	-	-
COGE	D-IPSI	1
AJUSTA	ABC	3
CAMBIOS	SE=1	-
TRANSFERENCIAS	NO	3
MODIFICA ORIENTACIÓN	CO	1
TIPO DE MOVIMIENTO	SUAVE=X	1

Variables para análisis en SPSS v. 17.0

Sujeto: número de sujeto.

Sexo: Niño = 1 / Niña = 2

Edad: en meses

Grupo de edad:

2,5 (de los 24 a los 35 meses de edad)

3,5 (de los 36 a los 47 meses de edad)

4,5 (de los 48 a los 59 meses de edad)

Tareas: T1, T2, T3

Tipo de pieza (pieza):

Círculo Verde = 1 / Cuadrado Naranja = 2 / Rectángulo Azul = 3 / Triángulo Rojo = 4

Círculo Naranja = 5 / Cuadrado Rojo = 6 / Rectángulo Verde = 7 / Triángulo Azul = 8

Eje de primer contacto de la pieza (ejeinicial):

Circular = 1 / Cuadrado = 2 / Rectangular = 3 / Triangular = 4

Número de ejes (numerodejes):

Número de ejes en los que el sujeto coloca la pieza antes de finalmente insertarla.

Eje de Inserción de la pieza (ejeinsercion):

Circular = 1 / Cuadrado = 2 / Rectangular = 3 / Triangular = 4 / No inserta = 5

Estrategia (estrategia):

Criterio Color-Forma (CCF) = 1

Criterio Ensayo-Error (CEE) = 2

Criterio Pieza Previa (CPP) = 3

Acierto Directo (aciertodirecto): Sí = 1 / No = 2

Persistencia Perceptiva (persispercept): Sí = 1 / No = 2

Persistencia Motora (persismotor): Sí = 1 / No = 2

Error (error): Sí = 1 / No = 2

Perseverancia Perceptiva (persevpercept): Sí = 1 / No = 2

Perseverancia Motora (persevmotor): Sí = 1 / No = 2

Persistencia Perceptiva Sin Logro (persipernolog): Sí = 1 / No = 2

Persistencia Motora Sin Logro (persimotnolog): Sí = 1 / No = 2

Abandona (abandona): Sí = 1 / No = 2

Ajuste Manual (ajusta):

Mano derecha = 1 / Mano izquierda = 2 / Bimanual complementario = 3

Bimanual mano derecha activa = 4 / Bimanual mano izquierda activa = 5 / No ajusta = 6

Orientación de la pieza con respecto al eje (modificaorienta):

Coge orientada = 1 / Tras dificultad modifica sin tocar el eje = 2

Tras dificultad modifica sobre el eje = 3 / No modifica orientación = 4

Tipo movimiento (tipomovimiento): Suave = 1 / Rígido = 2

Ejemplo de tabla de contingencia para análisis con χ^2_{EM}

ajustebimanual	gruposedad	aciertodirecto	tarea		
			T1	T2	T3
ajuste bimanual complementario	de 24 a 35 meses	si	258	239	262
		no	118	170	205
	de 36 a 47 meses	si	341	309	358
		no	114	153	155
	de 48 a 60 meses	si	403	373	464
		no	62	112	97
ajuste bimanual diferenciado	de 24 a 35 meses	si	70	56	56
		no	13	22	30
	de 36 a 47 meses	si	67	55	62
		no	8	17	14
	de 48 a 60 meses	si	96	71	70
		no	8	5	9
no ajuste bimanual	de 24 a 35 meses	si	154	114	75
		no	177	336	265
	de 36 a 47 meses	si	199	166	138
		no	108	262	161
	de 48 a 60 meses	si	226	214	160
		no	42	113	73

Donde,

Variables (<i>man</i>)	Niveles (<i>dim</i>)	Etiquetas (<i>lab</i>)
Ajuste bimanual	3	A
Grupo de edad	3	B
Acuerdo directo	2	C
Tarea	3	D

Ejemplo de la ventana de entrada de información (INPUT) de ℓ_{EM}

```

*** INPUT ***

lat 1
man 4
dim 4 3 3 2 3
lab X A B C D
*mod {ABC ACD}
*mod C|AB {ABC} D|AC {ACD}
mod X A|X B|X C|X D|X

dat [
258 239 262 118 170 205 341 309 358 114 153 155 403 373 464 62 112 97
70 56 56 13 22 30 67 55 62 8 17 14 96 71 70 8 5 9
154 114 75 177 336 265 199 166 138 108 262 161 226 214 160 42 113 73
]

dum 1 1 1 1 1

```

Donde,

Lat: variable latente (no observable).

Man: número de variables manifiestas.

Dim: número de niveles de cada variable manifiesta.

Lab: etiquetas para cada variable manifiesta.

Mod: modelo a testar. En este ejemplo aparecen los siguientes modelos:

mod {ABC ABD CD} es el *Modelo Loglineal* que se ajusta y se acepta.

mod C|AB {ABC} D|ABC {ABD CD} es el *Modelo Path Logit* que se ajusta y se acepta.

mod X A|X B|X C|X D|X es el *Modelo con una Variable Latente* (con 5 niveles) que se ajusta y se acepta.

Dat: datos.

Dum: especifica las categorías que se desean como referencia (la primera de A, la primera de B, etc.).

Ejemplo de la ventana de salida de ℓ_{EM} (OUTPUT)***** INPUT *******lat 4**

man 4

dim 4 3 3 2 3

lab **X** A B C D

*mod {ABC ACD}

*mod C|AB {ABC} D|AC {ACD}

mod X A|X B|X C|X D|Xdat [
258 239 262 118 170 205 341 309 358 114 153 155 403 373 464 62 112 97
70 56 56 13 22 30 67 55 62 8 17 14 96 71 70 8 5 9
154 114 75 177 336 265 199 166 138 108 262 161 226 214 160 42 113 73
]
dum 1 1 1 1 1***** STATISTICS *****

Number of iterations = 5000

Converge criterion = 0.0000012291

Seed random values = 3843

X-squared = 29.5241 (0.1305)

L-squared = 29.4116 (0.1335)

Cressie-Read = 29.4780 (0.1317)

Dissimilarity index = 0.0235

Degrees of freedom = 22

Log-likelihood = -29139.02849

Number of parameters = 31 (+1)

Sample size = 7905.0

BIC(L-squared) = -168.0439

AIC(L-squared) = -14.5884

BIC(log-likelihood) = 58556.2898

AIC(log-likelihood) = 58340.057

***** LATENT CLASS OUTPUT *****

	X 1	X 2	X 3	X 4
	0.3637	0.2180	0.2920	0.1263
A 1	0.8372	0.3238	0.3880	0.3327
A 2	0.1042	0.0427	0.1542	0.0000
A 3	0.0587	0.6334	0.4578	0.6673
B 1	0.2508	0.7014	0.2990	0.0000
B 2	0.3381	0.2986	0.3119	0.4812
B 3	0.4111	0.0000	0.3891	0.5188
C 1	0.8255	0.0000	1.0000	0.3751
C 2	0.1745	1.0000	0.0000	0.6249
D 1	0.2858	0.2277	0.4631	0.1815
D 2	0.2857	0.4172	0.3140	0.5227
D 3	0.4285	0.3552	0.2229	0.2959