

Executive Functioning and Motivation of Children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) on Problem Solving and Calculation Tasks

Funcionamiento ejecutivo y motivación en tareas de cálculo y solución de problemas de niños con trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH)

Ana Miranda*, Carla Colomer*, Inmaculada Fernández*,
and María-Jesús Presentación**

* Universidad de Valencia, ** Universidad Jaume I de Castellón¹

Abstract

This study explores executive functioning and motivational variables that predict the performance of children with ADHD on numerical comprehension, calculation and problem-solving tasks. The participants in the research were 24 children with ADHD between 6 and 10 years old. The evaluation included tests of mathematical contents, verbal working memory, visuo-spatial working memory, attention and inhibition, as well as self-reports of attitude, anxiety, attributions toward mathematics and self-concept. The results of the regression analyses indicated that verbal and visuo-spatial working memory and inhibition predicted performance on numerical comprehension and calculation tasks. In addition, anxiety, attitude, causal attributions and self-concept play a significant role in predicting the majority of mathematical processes. Furthermore, the motivational variables predicted the mathematical processes to a greater degree than the executive functions did.

Keywords: Attention deficit hyperactivity disorder, calculation, problem solving, motivation, executive functioning.

Resumen

En este estudio se exploran variables de funcionamiento ejecutivo y motivacionales que predicen el rendimiento de niños con TDAH en comprensión numérica, cálculo y solución de problemas. En la investigación participaron 24 niños con TDAH entre 6 y 10 años de edad. La evaluación incluyó una prueba de contenidos matemáticos, test de memoria de trabajo verbal, memoria de trabajo viso-espacial, atención e inhibición, y autoinformes de actitud, ansiedad y atribuciones hacia las matemáticas y autoconcepto. Los resultados de los análisis de regresión indicaron que la memoria de trabajo verbal y viso-espacial y la inhibición predicen el rendimiento en tareas de comprensión numérica y cálculo. Por otra parte, la ansiedad, la actitud, las atribuciones causales y el autoconcepto mostraron un papel significativo en la predicción de la mayoría de los procesos matemáticos. Además, en conjunto, las variables motivacionales predijeron los procesos matemáticos en mayor medida que las funciones ejecutivas.

Palabras clave: Trastorno por déficit de atención con hiperactividad, cálculo, solución de problemas, motivación, funcionamiento ejecutivo.

Correspondence: Ana Miranda Casas, Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación, Universidad de Valencia, Dirección: Avenida Blasco Ibáñez, 21, Valencia. E-mail: ana.miranda@uv.es.

¹ This study was financed by the Plan Nacional I+D+I (Ministerio de Ciencia e Innovación), reference EDU2009-07672. We also appreciate the collaboration of the families and teachers who provided the necessary information to carry out this study.

Introduction

The Attention Deficit with Hyperactivity Disorder (ADHD) is a very frequent developmental problem, characterized by a chronic symptomatology of inattention, hyperactivity and impulsivity, along with considerable functional impairment. The complexity surrounding ADHD is accentuated due to the high rate of comorbidity with other problems that it usually presents. In addition to impairments in language, motor coordination and a broad spectrum of psychopathologies, low academic achievement can be highlighted, and it usually accompanies students with ADHD throughout their different developmental stages from preschool to higher education (see the review by Daley & Birchwood, 2010). Empirical evidence about the negative influence of ADHD symptoms on performance in mathematics, and even more so in reading, is especially abundant, with the involvement of both genetic and environmental etiologic factors having been identified (Hart et al., 2010). In fact, there is a high comorbidity between ADHD and mathematical learning difficulties that reaches 18.1%, much higher than what could be explained by chance (Capano, Minden, Chen, Schachar, & Ickowicz, 2008). Even when children with ADHD do not suffer either dyslexia or dyscalculia, they present a significantly inferior development to their peers on the basic skills of number processing,

like comparing one-digit numbers according to their size, counting, or writing dictated numbers (Kauffman & Nuerk, 2008).

The link between ADHD and low mathematics performance can have different explanations linked to models based on different neuropsychological processes. One of these models highlights the cognitive conceptualization of ADHD, explaining it as a deficit in the executive functions or processes that coordinate the cognitive cerebral functions, basically planning, inhibitory control, working memory and cognitive flexibility. However, executive dysfunction is not a necessary or sufficient cause of ADHD, as only 30% of subjects with the disorder experience significant problems in this domain (Doyle, 2006; Willcutt, Doyle, Nigg, Faraone, & Pennington, 2005). Thus, the neuropsychological heterogeneity of ADHD goes beyond the executive impairments and seems to be better explained by the dual-pathway model (Sonuga-Barke, 2002), according to which the deficits can affect both the executive functioning and the motivational processes (aversion to delay). Finally, the model by R. Barkley (1997) offers a comprehensive explanation, arguing that the impairments in verbal and non-verbal working memory, motivation and the processes of analysis/synthesis represent problems that correspond to insufficient self-regulation and deficient inhibitory control.

In comparison with studies on reading, studies on the involvement of the executive functions and motivation in the mathematics performance of students with ADHD are still scarce. Nevertheless, the limited research on the topic has provided some interesting data that will be described below.

Executive functions and mathematics performance in children with ADHD

Children with ADHD show problems with sustained attention, a necessary ability for learning numerical facts and for mathematics achievement in general. They examine the information for less time, which causes them to make errors due to carelessness in lining up the numbers, in identifying the operation signs, in regrouping the numbers in addition problems, and in borrowing the numbers in subtraction, to name the most common errors. Furthermore, these students are slower on mathematics tasks, and they present categorization problems (Zentall, 2007). As Preston and colleagues (Preston, Heaton, McCann, Watson, & Selke, 2009) have shown, at least some of the academic difficulties experienced by children with ADHD are due to their reduced capacity to inhibit and change their attention, rather than the presence of specific learning difficulties.

Barry, Lyman and Klinger (2002) explored to what degree the executive functions of planning and

flexibility and the severity of the ADHD symptoms predicted academic performance in mathematics, reading and writing separately. Their results showed that, even when executive functioning performance was controlled, the ADHD symptoms of inattention and hyperactivity/impulsivity continued to significantly predict low academic performance in reading, writing and mathematics. Furthermore, the more severe the ADHD symptoms were, the greater the negative impact they had on school achievement. However, only mathematics performance was predicted by both ADHD symptoms and executive functioning. This finding suggests that children with greater impairments in executive functioning present worse performance in mathematics.

The association between deficits in the executive functions of inhibition, flexibility, working memory, verbal learning and planning and the low academic performance of children and adolescents with ADHD was examined by Biederman et al. (2004). Their study showed that the EF had no significant influence on the academic performance of students in the control group. In contrast, the ADHD subjects who presented executive function deficits were at higher risk of repeating a grade and had lower academic achievement in arithmetic and reading than the ADHD subjects without EF deficits.

In line with the results of Biederman et al. (2004), a recent study

by Miranda, Meliá and Marco (2009) showed that the group with ADHD and mathematics learning difficulties (MLD) experiences more severe impairments in executive functioning, although not all the executive functions are affected equally. In fact, the comparison of the two groups, ADHD with MLD and ADHD without MLD, did not yield significant differences on the sustained attention test. However, the group of ADHD children with MLD obtained a significantly higher reaction time on the Go/noGo task than the group of children with ADHD alone, a result that indicates the existence of a suboptimal state of activation that can affect processing speed and automatization. But the most noteworthy difference between the two groups was obtained on the working memory tasks, as on both the verbal and visuo-spatial components the performance of the ADHD with MLD group was significantly inferior to that of the ADHD group without MLD. Along the same lines, in research on the predictive role of the EF in mathematics performance in general, Toll, Van der Ven, Kroesbergen and Van Luit (2010) found that among a set of executive functions, the three working memory tasks predicted belonging to the MLD group, while only one inhibition task and none of the cognitive flexibility tasks showed the same predictive power. In fact, working memory predicted MLD, showing an even higher predictive value

than preparatory skills for mathematics.

Therefore, the executive functions play an important role in mathematics performance in general, and in the MLD of children with ADHD in particular. As some studies have concluded, executive functioning deficits may act as mediators between symptoms of inattention and academic performance in mathematics and language (Thorell, 2007).

Motivational factors and mathematics performance in children with ADHD

Although with much less profusion than the executive functioning, the affective-motivational variables related to the academic achievement of children with ADHD have begun to receive attention in recent years, possibly due to the influence of explanatory models that have highlighted the disorder's effects on the motivational terrain (Barkley, 1997; Sonuga-Barke, 2002). Among the affective-motivational variables that have an impact on learning, some stand out, such as self-concept, or beliefs about one's own ability, which modulates the subject's motivation and influences his or her results, and anxiety, understood as tension the subject feels about the task. In addition, the attributional beliefs, or the causes the student refers to in explaining his or her results (external or internal causes, stable or unstable causes), make up another motivational com-

ponent that modulates performance (Closas, Sanz de Acedo, & Ugarte, 2011; Miñano & Castejón, 2011).

Although no published studies have specifically examined the role of motivational variables in the mathematics performance of children with ADHD, the literature on their academic performance in general may help to establish a knowledge base on the topic.

By means of a structural equation model, Volpe et al. (2006) analyzed how prior academic performance and the “academic facilitators”, which include motivation, serve as mediators in the relationship between ADHD and academic performance in mathematics and reading. Their results indicate that, after controlling for the influence of prior knowledge, ADHD influenced motivation, which in turn influenced the study skills involved in academic performance. Birchwood and Daley (in press) investigated the relationship between ADHD symptoms and academic performance in a community sample of adolescents who were finishing high school. The students filled out measures of ADHD, anxiety, depression and motivation, as well as a general cognitive capacity test. In the regression analyses, together with the symptoms of ADHD and cognitive capacity, motivation was a significant predictor of academic performance.

Other studies have found that, as occurs in the case of students with learning difficulties, children with ADHD usually show an extrin-

sic motivational style. They try to achieve social approval, good grades or rewards, they depend more on their teachers in doing their school tasks, they do not tend to try hard at or feel satisfaction about learning new things and dominating them, and they are more easily discouraged than their peers without ADHD (Carlson, Booth, Shin, & Canu, 2002; Olivier & Steenkamp, 2004). Investigations of a clinical-experimental nature, performed generally in the context of a laboratory, point out that the performance of people with ADHD is very sensitive to changes in context. They show an altered processing of motivational stimuli, depending to a greater degree on external reinforcement, especially in delay conditions (Luman, Oosterlaan, & Sergeant, 2005).

One of the variables with the greatest weight in predicting school performance is academic self-concept. The majority of studies obtain a statistically significant relationship between it and academic performance, so that students with ADHD who present low achievement would be expected to also have a low academic self-concept. In contrast, some studies have found that students with ADHD, in spite of their functioning difficulties in many domains, over-estimate their competency in comparison with different types of objective criteria. Therefore, they would present “positive illusory bias” (Hoza, Pelham, Dobbs, Owens, & Pillow, 2002). Owens et al. (Owens, Gold-

fine, Evangelista, Hoza, & Kaiser, 2007) offer various alternative non-exclusive hypotheses to explain the over-estimation of competency on the part of children with ADHD: cognitive immaturity, neuropsychological deficits, ignorance of incompetence, or a feeling of self-protection.

The attributional beliefs, or perceived reasons for success and failure, make up another variable that affects school performance. The most adaptive attributional patterns are attributions of success to internal and stable causes (like effort and ability) and attributions of failure to unstable and uncontrollable causes. It has been observed that students with ADHD tend to attribute their successes to external and uncontrollable factors like luck (Niederhorfer, 2008), while they attribute their failures to lack of effort or ability (Hoza, Pelham, Waschbusch, Kipp, & Owens, 2001). This attributional style does not help their self-concept at all. In fact, the ADHD subgroup that also has learning problems has been shown to obtain lower scores on self-reports of self-concept, perseverance and attributions, as well as on their parents' ratings of their awareness of goals and self-awareness, than the ADHD subgroup without learning difficulties, although the differences between the two groups do not reach statistical significance (Miranda, Meliá, Presentación, & Fernández, 2009; Tabassam & Grainger, 2002; Shmulsky & Gobbo, 2007).

Likewise, anxiety about mathematics, together with the attitudes the students have about the subject matter, that is, whether or not they see themselves as capable of learning and resolving mathematical tasks and whether they consider them useful and meaningful, can play an important role in the relationship between ADHD and mathematics performance. Although this hypothesis has not specifically been analyzed with ADHD students, there are two indirect sources of support for it. First, children with ADHD frequently develop irrational beliefs about school learning. They are afraid of making mistakes due to a lack of confidence in themselves, they try to avoid tasks that involve challenges because of fear of failure, they get frustrated when they make mistakes on tasks, and they give up quickly when they fail (Olivier & Steenkamp, 2004). The possibility of failure has threatening implications and will give rise to anxiety. A second source of support stems from studies performed with samples of students with specific mathematics learning difficulties. Miranda, García, Marco and Rosell (2006) carried out a review in which they concluded that students with MLD, compared to those without MLD, and even compared to students with difficulties in learning to read, have a higher level of anxiety, tend to attribute their successes and failures to their own interest and effort to a lesser degree, and present a lower self-concept.

Based on findings from research focused on factors involved in mathematics achievement, the present study proposes two interconnected objectives: to explore the influence of executive functioning and motivation on performance on tasks of numerical comprehension, calculation and problem-solving in children with ADHD, first separately and later together. This is a pioneer study that combines two noteworthy characteristics. The first is the inclusion of two sets of predictors of mathematics performance: the executive functions of verbal working memory, visuo-spatial working memory, attention and inhibition, and the motivational factors of attitude, anxiety, attributions toward mathematics and self-concept. The second characteristic involves the procedure applied to evaluate performance on mathematics tasks, the EPA 2000, which makes it possible to identify mathematical processes that correspond to curricular objectives. Thus, the identification of executive functions and motivational factors that predict the learning of curricular contents can supply valuable information in order to optimize the teaching of students with ADHD.

Method

Participants

This study was carried out with a sample of 24 children, twenty-

three boys and one girl, who had a clinical diagnosis of combined subtype attention deficit with hyperactivity. The ADHD diagnosis was arrived at by a neuro-pediatrician and a clinical psychologist following the criteria of the DSM-IV-R (American Psychiatric Association, 2002): a) Presence of six or more symptoms of inattention/disorganization and six or more symptoms of hyperactivity/impulsivity, according to information provided by parents and teachers; b) Persistence of symptoms for more than one year; c) Symptoms first appeared before the age of 7; d) Absence of psychosis, sensorial motor or neurological disorder. Moreover, the seriousness of the ADHD symptoms would interfere with academic and/or social functioning in the subject's daily life.

The exclusion criteria included having an IQ of less than 80, psychosis, autism, epilepsy, or any other neurological or genetic disease.

The chronological age of the participants ranged from 6 to 10 years ($M = 7.96$, $DT = 1.08$). All of the children had an IQ score of 80 or more on the WISC-R (Intelligence scale for children revised by Wechsler, 1980), with a range of scores from 80 to 123 ($M = 103.54 \pm 12.86$). Furthermore, 30.8% of the subjects presented a mathematics performance below the 25th percentile on the EVALUA psycho-educational battery (García & González, 2003).

Procedure

All of the participants were evaluated individually in a quiet office by a research assistant trained in psychological evaluation. Twelve subjects (50% of the sample) who were taking medication for ADHD treatment, generally psycho-stimulants, had a 48 hour medication-free period before the evaluation sessions, in order to avoid possible biases in the results. Consent to participate in the study was obtained from the parents or legal guardians of all the children before beginning the evaluation.

Measures

Mathematical performance measures

Evaluation of mathematical cognitive processes. The computerized test EPA2000 (Evaluation and Prediction Assessment; DeClerq, Desoete, & Roeyers, 2000) was applied using the Spanish adapted version, which has been shown to have an adequate internal consistency and acceptable criterion and convergent validity (Miranda, Acosta, Tárraga, Fernández, & Rosel, 2005). This instrument is made up of 3 factorial scales. The numerical knowledge scale includes 37 items about reading units and tens, operation symbol comprehension, and numerical and serial production and comprehension. The calculation scale includes elements

related to arithmetical procedures and mental calculation; and finally, the problem-solving scale is made up of items that evaluate the verbal comprehension and mental representation of the problem.

Executive functioning measures

To evaluate the executive functioning domain, tests of verbal working memory, visuo-spatial working memory and inhibition/attention were used.

Verbal memory. Digits subtest of the Weschler Intelligence Scale (1980). Consists of two tasks: direct recall and inverse recall of digits. On the direct recall task, which evaluates short-term memory, the child must repeat, in the same order, series of numbers that the experimenter has read aloud. On the inverse recall task, which evaluates verbal working memory, the child must repeat, in inverse order, a sequence of numbers that the experimenter has read aloud. The dependent variable is the total number of trials performed correctly.

Visuo-spatial memory. Temporo Spatial Retrieval Task (TSRT; Dubois et al., 1995). This is a computerized task that evaluates visuo-spatial memory. The child must pay attention to 12 blue squares distributed randomly on the screen that sequentially change to the color red. Next, the blue squares are presented on the screen and the child must reproduce, pointing with his

or her finger, the sequence of color change he or she observed. The task consists of two recall conditions: with delay (disappearance of all the squares from the first phase and appearance of a black screen in order to increase the demands on the working memory) and with no delay (one moves quickly into the response phase). The dependent variable used in this study is the highest level reached in the delay condition.

Inhibition and attention. Continuous performance test (CPT, version adapted by Ávila & Parcet, 2001). This is a computerized task in which white letters are presented randomly and successively in the center of the screen on a black background. The child must respond by pressing the space bar as quickly as possible every time he or she sees an X preceded by an A. The dependent variables on this test are the errors of omission and commission, which evaluate attention and inhibition, respectively.

Motivational measures

Attitude toward mathematics (Miranda, Arlandis, & Soriano, 1997). The scale used includes questions related to mathematical problem-solving. The student has to indicate his or her level of agreement (a lot, a fair amount, very little, not at all) with the content of each of the 23 items included in the scale; for example, "Solving problems is an activity that makes me nervous", "If

the problem seems difficult to me, I give up; I hardly try to solve it".

Attributions related to mathematics. The Internal Attributions Questionnaire (IAR) by Crandall (1965) was applied, but adapted to the mathematics domain by Simó (2003). This instrument requires the child to choose one of two possible causes proposed in a situation related to mathematics, according to its similitude with his or her personal situation. The items are distributed in four scales: scale of positive attributions toward effort for positive results (E+), scale of negative attributions toward effort for negative results (E-); scale of undifferentiated internal attributions for positive results (U+); scale of undifferentiated internal attributions for negative results (U-). The variables derived from this questionnaire are the total number of internal attributions for positive results (E+ and U+) and for negative results (E- and U-). For example, "if a teacher gives you a good grade in mathematics, it is: a) because the teacher likes you; b) because you worked hard".

Anxiety about mathematics (MARS; adapted by Suinn & Winston, 2003). Evaluates anxiety toward mathematics. This version of the scale has 24 items which ask the student about the level of anxiety he or she feels in various situations; for example, "how anxious do you think you feel when you are taking a final mathematics exam?" Each item has four response options

ranging from 0 (not at all anxious) to 3 (completely anxious).

Self-concept (SDQ-I; Marsh, 1988). The original instrument measures eight dimensions of self-concept and has psychometric indicators of reliability and validity. For the present study, the general self-concept scale was selected. The scale is made up of 10 descriptive sentences that express overall personal characteristics. The child must respond to the sentences on a 5-point scale from 1 (false) to 5 (true); for example, “I like myself the way I am” or “I feel that I have a number of good qualities”.

Statistical analyses

The software used to perform all of the analyses was the statistical packet SPSS 17.0. First, the role of the executive functions as predictors of the cognitive processes involved in mathematics was examined. For this purpose, step-wise multiple lineal regression analyses were conducted. The decision was made to introduce IQ in the first block, due to the importance of general cognitive capacity in mathematics performance. Next, the executive functioning variables (direct digits, inverse digits, TSRT with delay, CPT omissions, CPT commissions) were introduced in block 2. The same procedure was performed for the affective-motivational variables (anxiety-MARS, attributions toward success —IAR+—, attributions toward failure —IAR—, self-

concept —SDQ-I—, attitude), in order to examine their contributions on the different subtests and general scales of the EPA2000.

Finally, the degree to which the executive functioning and motivational variables contributed jointly to predicting the different mathematical processes was examined. Therefore, hierarchical regression analyses were again conducted, but this time introducing as independent variables IQ in the first block, the motivational variables in the second block, and the executive functioning variables in the third.

Results

Prediction of the mathematical processes by the executive functioning variables

Table 1 presents the results of the first analysis, which shows the executive functioning variables that best predict each of the subtests of the EPA2000.

Reading units and tens was predicted by commissions on the CPT ($R^2 = .211$; $p = .024$); numerical comprehension and TSRT with delay ($R^2 = .201$; $p = .028$); and 24.5% of the variance in the calculation procedures was explained by inverse digit recall ($R^2 = .245$; $p = .014$). IQ did not reach a significant value on the majority of the EPA2000 subtests, although it was significantly associated with the mental representation of the

Table 1

Results of the Regression Analyses of the Executive Functioning Variables on Processes Involved in Mathematics

Predictor processes	Beta	R	R ²	ΔR^2	F	p
Reading units and tens Commissions on the CPT	-.460	.460	.211	.211	5.891	.024
Operation symbols comprehension No predictor						
Numerical comprehension and production TSRT with delay	.448	.448	.201	.201	5.525	.028
Seriation No predictor						
Calculation procedures Inverse digits	.495	.495	.245	.245	7.141	.014
Mental calculation No predictor						
Verbal comprehension of the problem No predictor						
Mental representation of the problem IQ	.494	.494	.244	.244	7.107	.014
General scale of numerical knowledge No predictor						
General calculation scale Inverse digits	.496	.496	.246	.246	7.164	.014
General problem-solving scale No predictor						

CPT: Continuous Performance Test.

problem. The rest of the subtests were not significantly predicted by any variable. On the other hand, calculation was the only general scale predicted by one of the executive functioning variables, specifically inverse digits ($R^2 = .246$; $p = .014$).

Prediction of the mathematical processes by motivation variables

Table 2 shows the contribution of the motivational variables to the prediction of performance on the EPA2000 subtests.

Table 2

Results of the Regression Analyses of the Motivation Variables in Processes Involved in Mathematics

Processes/predictors	Beta	<i>R</i>	<i>R</i> ²	ΔR^2	<i>F</i>	<i>p</i>
Reading units and tens						
Anxiety (MARS)	-.470	.470	.220	.220	6.221	.021
Operation symbols comprehension						
Anxiety (MARS)	-.425	.425	.181	.181	4.850	.038
Numerical comprehension and production						
Anxiety (MARS)	-.615	.615	.379	.379	13.405	.001
Seriation						
Self-concept (SDQ-I)	.419	.419	.176	.176	4.689	.041
Calculation procedures						
Anxiety (MARS)	-.426	.567	.322	.322	10.444	.004
Self-concept (SDQ-I)	.417	.690	.476	.154	6.157	.001
Mental calculation						
Attitude	.426	.426	.181	.181	4.870	.038
Verbal comprehension of the problem						
Attributions toward success (IAR+)	-.453	.453	.205	.205	5.687	.026
Mental representation of the problem						
IQ	.430	.494	.244	.244	7.107	.014
Self-concept (SDQ-I)	.394	.629	.396	.151	6.870	.005
General scale of numerical knowledge						
Anxiety (MARS)	-.565	.565	.320	.320	10.342	.004
General calculation scale						
Attitude	.526	.526	.277	.277	8.416	.008
General problem-solving scale						
Self-concept (SDQ-I)	.473	.473	.224	.224	6.347	.020

IAR: Intellectual Achievement Responsibility; MARS: Math Anxiety Rating Scale; SDQ-I: Self Description Questionnaire-I.

Anxiety was the only predictor of reading units and tens ($R^2 = .220$; $p = .021$), operation symbols comprehension ($R^2 = .181$; $p = .038$) and numerical comprehension and

production ($R^2 = .379$; $p = .001$), and together with the self-concept scale it also predicted calculation procedures (47.6% of explained variance). Seriation was predicted

Table 3

Results of the Regression Analyses of the Motivational and Executive Functioning Variables in the Processes Involved in Mathematics

Predictor processes	Beta	R	R ²	Δ R ²	F	p
Reading units and tens						
Anxiety (MARS)	-.482	.470	.220	.220	6.221	.021
Commissions on the CPT	-.472	.666	.443	.223	8.352	.002
Operation symbols comprehension						
Anxiety (MARS)	-.601	.425	.181	.181	4.850	.038
Omissions on the CPT	-.530	.611	.373	.192	6.248	.007
Direct digits	.412	.731	.535	.162	7.665	.001
Numerical comprehension and production						
Anxiety (MARS)	-.540	.615	.379	.379	13.405	.001
TSRT with delay	.458	.704	.495	.117	10.298	.001
Commissions on the CPT	-.337	.773	.597	.102	9.869	.000
Seriation						
Self-concept (SDQ-I)	.333	.419	.179	.179	4.698	.041
Commissions on the CPT	-.522	.575	.330	.154	5.180	.015
TSRT with delay	.415	.688	.474	.143	5.998	.004
Calculation procedures						
Anxiety (MARS)	-.426	.567	.322	.322	10.444	.004
Self-concept (SDQ-I)	.417	.690	.476	.154	9.525	.001
Mental calculation						
Attitude	.426	.426	.181	.181	4.870	.038
Verbal comprehension of the problem						
Attributions toward success (IAR +)	-.453	.453	.205	.205	5.687	.026
Mental representation of the problem						
IQ	.449	.494	.244	.244	7.107	.014
Self-concept (SDQ-I)	.430	.629	.396	.151	6.870	.005
Omissions on the CPT	-.385	.736	.542	.146	7.880	.001
General scale of numerical knowledge						
Anxiety (MARS)	-.560	.565	.320	.320	10.342	.004
Commissions on the CPT	-.535	.671	.451	.131	8.614	.002
Direct digits	.365	.774	.599	.148	9.938	.000
TSRT with delay	.320	.829	.686	.088	10.399	.000
General calculation scale						
Attitude	.526	.526	.277	.227	8.416	.008
Problem-solving scale						
Self-concept (SDQ-I)	.473	.473	.224	.224	6.347	.020

CPT: Continuous Performance Test; MARS: Math Anxiety Rating Scale; SDQ-I: Self Description Questionnaire-I.

by the self-concept scale, which explained 17.6% of the total variance ($R^2 = .176$; $p = .041$). The attitude scale predicted 18.1% of the total variance of mental calculation ($R^2 = .181$; $p = .038$); and the internal attributions for successful results scale explained 20.5% of the verbal comprehension of the problem ($R^2 = .205$; $p = .026$). Finally, the mental representation of the problem was the only mathematical competence in which IQ was significant, with IQ and self-concept together explaining 39.6% of the total variance. With regard to the global scales, numerical knowledge was predicted by anxiety ($R^2 = .320$; $p = .004$), attitude predicted calculation procedures, explaining 27.7% of the variance ($R^2 = .277$; $p = .008$), and the solution of numerical problems was predicted by the self-concept rating ($R^2 = .224$; $p = .020$).

Prediction of the processes involved in mathematics by the motivational and executive functioning variables

Table 3 shows the results of the regression analyses performed with the motivational and executive functioning variables together. In this case, IQ was introduced in the first block, the motivational variables in the second, and the executive functioning variables in the third.

The table shows that the two predictors of the “reading units and tens” subtest continue to be anxi-

ety ($\Delta R^2 = .220$; $p = .021$) and commissions on the CPT ($\Delta R^2 = .223$; $p = .002$), which explain 44.3% of the total variance. Of the total variance of “operation symbols comprehension”, 53.5% was explained by anxiety about mathematics ($\Delta R^2 = .181$; $p = .038$), omissions on the CPT ($\Delta R^2 = .192$; $p = .007$) and direct digits ($\Delta R^2 = .162$; $p = .001$). The three predictors of the “numerical comprehension and production” subtest were anxiety ($\Delta R^2 = .379$; $p = .001$), TSRT with delay ($\Delta R^2 = .117$; $p = .001$) and commissions on the CPT ($\Delta R^2 = .102$; $p = .000$), which together explained 59.7% of the total variance. The prediction model of the “seriation” subtest was made up of self-concept ($\Delta R^2 = .179$; $p = .041$), commissions on the CPT ($\Delta R^2 = .154$; $p = .015$) and TSRT with delay ($\Delta R^2 = .143$; $p = .004$), which explained 47.4% of the total variance. The “calculation procedures” subtest was predicted by two variables which explained 47.6% of the variance: anxiety ($\Delta R^2 = .322$; $p = .004$) and self-concept ($\Delta R^2 = .154$; $p = .001$). “Mental calculation” was only predicted by the attitude toward mathematics ($R^2 = .181$; $p = .038$), which explained 18.1% of the variance. And positive attributions ($R^2 = .205$; $p = .026$) continued to be the only predictor of “verbal comprehension of the problem” (20.5% of the explained variance). The only subtest predicted by IQ was “mental representation of the problem”, where

IQ ($\Delta R^2 = .244$; $p = .014$), self-concept ($\Delta R^2 = .151$; $p = .005$) and omissions on the CPT ($\Delta R^2 = .146$; $p = .001$) explained 54.2% of the total variance.

Finally, the “numerical knowledge” scale was predicted by four variables that explained 68.6% of the variance: anxiety ($\Delta R^2 = .320$; $p = .004$), commissions on the CPT ($\Delta R^2 = .131$; $p = .002$), direct digits ($\Delta R^2 = .148$; $p = .000$) and TSRT with delay ($\Delta R^2 = .088$; $p = .000$). The attitude toward mathematics ($R^2 = .227$; $p = .008$) was the only predictor of the general “calculation” scale, explaining 22.7% of the total variance, while the “solution of arithmetic problems” scale was predicted by the self-concept rating ($R^2 = .224$; $p = .020$), which explained 22.4% of the total variance.

Discussion

The purpose of this study was to explore the predictive power of the executive functions and motivational variables, separately and together, on performance of numerical comprehension, calculation and problem-solving tasks in children with ADHD.

When the executive functions were examined individually, the findings showed that they had a predictive capacity in 3 of the 8 cognitive processes involved in mathematics. Specifically, reading units and tens was predicted by commissions on the CPT, typically consid-

ered a measure of inhibition; TSRT with delay, which evaluates visuospatial working memory, predicted numerical comprehension and production; and calculation procedures were predicted by performance on inverse digits, a test that measures verbal working memory. The results suggest, in line with conclusions from a recent review (See Raghubar, Barnes, & Hecht, 2010), that working memory impairments interfere with the representation and articulation of numbers during the counting process, and they produce secondary problems in other numerical processes. Together with memory, inhibition is another executive function that has been shown in our study to play an important role in predicting mathematical processes, suggesting an inter-connection between inhibition failure and processing overload.

When the role of the motivational variables was examined individually, the results showed that they contributed to explaining the performance on all the cognitive processes involved in mathematics. Specifically, anxiety predicted reading units and tens, operation symbols comprehension, numerical comprehension and production and calculation processes, and, logically, the general numerical knowledge scale. Self-concept had a significant role in seriation, calculation procedures, representation of the problem and the general problem-solving scale. Finally, attitude toward mathematics and internal at-

tribution toward success predicted mental calculation and verbal comprehension of the problem, respectively.

The regression analyses performed with the motivational and executive functioning variables together provided relevant information. Regarding the specific mathematical processes, the predictive power is more or less balanced between verbal and visuo-spatial memory and inhibition, on the one hand, and anxiety, self-concept and internal attributions, on the other. However, the general scales of mathematical competencies provide a different view, as on the numerical knowledge scale there is a significant increase in the explained variance, 69%, compared to 32% explained by the motivational variables and 24% by the executive functioning variables. Regarding the other two general scales, calculation and problem-solving, the attitude toward mathematics and self-concept show predictive power. The findings, coinciding with those from the few studies on the topic (Birchwood & Daley, in press; Volpe et al., 2006), show the predictive value of the affective-motivational variables in the mathematics performance of children with ADHD. Furthermore, in the general competencies, our results suggest that their predictive power is even greater than that of the executive functions.

In summary, this study confirms the involvement of the executive functions (Barry, Lyman, & Klin-

ger, 2002; Biederman et al., 2004; Miranda, Meliá, & Marco, 2009), and it joins the paucity of studies on the role of the affective-motivational factors in mathematics performance (Birchwood and Daley, in press; Volpe et al., 2006), thus supporting arguments about the neuropsychological heterogeneity of ADHD (Barkley, 1997; Sonuga-Barke, 2002). Even so, neither of the two components evaluated, the set of executive variables and the set of motivational variables, can be considered as the only index of performance on tasks of numeration, calculation and arithmetic problem-solving in students with ADHD, as indicated by the moderate percentage of variance they explain. However, it is important to emphasize the variability in the predictive capacity of the variables depending on the mathematical processes being predicted. The best data in this sense correspond to the general numerical knowledge scale, in which the set of variables explains 69% of the variance, while mental calculation lies on the opposite extreme, with an explained variance of only 18.1%.

We are aware of some limitations of this study. The results may be mediated by the reduced number of EF measures used in this study, that is, verbal working memory, visuo-spatial working memory, attention and inhibition. Therefore, future studies should apply additional tests to evaluate other executive functions, like flexibility and

planning, in order to broaden the information.

Another limitation has to do with the number of participants, which is relatively small. Thus, to add greater validity to the conclusions, this study should be replicated with a larger sample size and with samples of children with ADHD who did not have a clinical derivation. Likewise, it remains to be explored whether the EF and motivational variables play the same role in other domains related to mathematics, like geometry and algebra, as in the basic arithmetic competencies examined in the present study.

Mathematical knowledge is a crucial matter in terms of its impact not only on academic success but also on the ability to successfully deal with daily life. Although much remains to be learned about how executive and motivational deficits affect the low mathematics performance usually associated with ADHD, our findings have implications for improving the instruction of students with attention problems.

In the first place, the digits subtest or an inhibition test, which are quickly and easily applied, can serve as tools to detect problems in memory and inhibition and predict possible mathematics learning difficulties in children with ADHD. This recommendation is based not only on our findings, but also on those from a recent study by Toll et al. (2010), in which three working memory tasks and one inhibition task predicted belonging to a group

of students with MLD, while cognitive flexibility did not show any predictive power at all.

Second, once the difficulties have been manifested, it would be logical to apply tests that would make it possible to identify the affected mathematical competencies in order to provide a basis for planning programs with specific contents. Thus, if the difficulties are related to recovering numerical facts, practical exercises, scaled according to difficulty, could be designed to be done repeatedly keeping in mind the time taken. If the difficulties are concentrated in the application of calculation procedures or algorithms, activities could be done by modeling thinking aloud and explaining the steps followed. Moreover, if the difficulties lie in problem-solving, programs specifically directed toward instruction in cognitive and metacognitive strategies would have to be implemented (Miranda, Taverner, Soriano, & Simó, 2008).

Furthermore, given the negative repercussions of the typical manifestations of ADHD on learning, the most useful methodological principles would be: immediate feedback; numerous opportunities for effective practice; effective use of the computer; continuous “scaffolding” at the beginning, but withdrawn gradually; checking the acquisition of basic objectives before going on to higher ones; and progression of the instruction from the concrete to the abstract.

Above all, our findings clearly suggest that, in working with students with ADHD in particular, the teacher must not only attend to the transmission of contents, but he or she must also foster motivation toward learning. For this purpose, effective strategies can be used, such as: (a) focusing on positive aspects of the activities; (b) designing tasks with novelty, diversity and interest

that present reasonable challenges; (c) providing the opportunity to choose and control the activities in the class; (d) pointing out individual improvement, recognizing effort; (e) performing evaluations in private, rather than in public; and, (f) reducing anxiety, helping students to interpret errors as opportunities to learn (Pintrich & Schunk, 1996).

References

- Asociación Americana de Psiquiatría (2002). *Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales. Cuarta edición, texto revisado*. Barcelona: Masson.
- Ávila, C., & Parcet, M. A. (2001). Personality and inhibitory deficits in the stop-signal task: The mediating role of Gray's anxiety and impulsivity. *Personality and Individual Differences, 29*, 875-986.
- Barkley, R. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: Constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological Bulletin, 121*, 65-94.
- Barry, T. D., Lyman, R. D., & Klinger, L. G. (2002). Academic underachievement and attention-deficit/hyperactivity disorder: the negative impact of symptom severity on school performance. *Journal of School Psychology, 40*, 259-283.
- Biederman, J., Monuteaux, M. C., Doyle, A. E., Seidman, L. J., Wilens, T. E., Ferrero, F., & Faraone, S. V. (2004). Impact of executive function deficits and attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) on academic outcomes in children. *Journal of Consulting and Clinical Psychology, 72*, 757-766.
- Birchwood, J., & Daley, D. (2010). Brief report: The impact of attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) symptoms on academic performance in an adolescent community sample. *Journal of Adolescence*. Advance on line publication. doi: 10.1016/j.adolescence.2010.08.011.
- Capano, L., Minden, D., Chen, S. X., Schachar, R. J., & Ickowicz, A. (2008). Mathematical learning disorder in school-age children with attention-deficit hyperactivity disorder. *Canadian Journal of Psychiatry, 53*, 392-399.
- Carlson, C. L., Booth, J. E., Shin, M., & Canu, W. H. (2002). Parent, teacher and self-rated motivational styles of ADHD subtypes. *Journal of Learning Disabilities, 35*, 104-113.
- Closas, A. H., Sanz de Acedo, M. L., & Ugarte, M. D. (2011). An explanatory model of the relations between cognitive and motivational variables

- and academic goals. *Revista de Psicodidáctica*, 16(1), 19-38.
- Crandall, J. E. (1965). Some relationships among sex, anxiety, and conservatism of judgment. *Journal of Personality*, 33, 99-107.
- Daley, D., & Birchwood, J. (2010). ADHD and academic performance: why does ADHD impact on academic performance and what can be done to support ADHD children in the classroom? *Child: Care, Health and Development*, 36, 455-464.
- DeClerck, A., Desoete, A., & Roeyers, H. (2000). EPA2000: A multilingual, programmable computer assessment of off-line metacognition in children with mathematical learning disabilities. *Behavior Research Methods, Instruments & Computers*, 32, 304-311.
- Doyle, A. E. (2006). Executive functions in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Clinical Psychiatry*, 67 (Suppl. 8), 21-26.
- Dubois, B., Levy, R., Verin, M., Teixeira, C., Agid, Y., & Pillon, B. (1995). Experimental approach to prefrontal functions in humans. In J. Grafman, K. J. Holyoak and F. Boller (Eds.), *Structure and function of the human prefrontal cortex* (pp. 41-60). New York: Annals of the New York Academy of Science.
- García Vidal, J., & González Manjón, D. (2003). *Batería psicopedagógica EVALUA 2-4-6 (versión 2.0)*. Madrid: EOS.
- Hart, S. A., Petrill, S. A., Willcutt, E., Thompson, L. A., Schatschneider, C., Deater-Deckard, K., & Cutting, L. E. (2010). Exploring how symptoms of attention-deficit/hyperactivity disorder are related to reading and mathematics performance: general genes, general environments. *Psychological Science*, 21, 1708-1715.
- Hoza, B., Pelham, W. E., Dobbs, J., Owens, J. S., & Pillow, D. R. (2002). Do boys with attention deficit/hyperactivity disorder have positive illusory self-concepts? *Journal of Abnormal Psychology*, 111, 268-278.
- Hoza, B., Pelham, W. E., Waschbusch, D. A., Kipp, H., & Owens, J. S. (2001). Academic task persistence of normally achieving ADHD and control boys: Performance, self-evaluations, and attributions. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 69, 271-283.
- Kauffman, L., & Nuerk, H. C. (2008). Basic number processing deficits in ADHD: A broad examination of elementary and complex number processing skills in 9 to 12-year-old children with ADHD-C. *Developmental Science*, 11, 692-699.
- Luman, M., Oosterlaan, J., & Sergeant, J. A. (2005). The impact of reinforcement contingencies on AD/HD: A review and theoretical appraisal. *Clinical Psychology Review*, 25, 183-213.
- Marsh, H. W. (1988). *Self-Description Questionnaire, I*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- Miñano, P., & Castejón, J. L. (2011). Variables cognitivas y motivacionales en el rendimiento académico en Lengua y Matemáticas: un modelo estructural. *Revista de Psicodidáctica*, 16(2), 203-230.
- Miranda, A., Acosta, G., Tárraga, R., Fernández, I., & Rosel, J. (2005). Nuevas tendencias en la evaluación de las dificultades de aprendizaje de las matemáticas. El papel de la metacognición. *Revista de Neurología*, 40, 97-102.
- Miranda, A., Arlandis, P., & Soriano, M. (1997). Instrucción en estrategias y entrenamiento atribucional: Efectos sobre la resolución de problemas y el autoconcepto de estudiantes con difi-

- cultades en el aprendizaje. *Infancia y Aprendizaje*, 80, 37-52.
- Miranda, A., García, R., Marco, R., & Rosel, J. (2006). The role of the metacognitive system in learning disabilities in mathematics. Implications for interventions. In A. Desoete and M. Veenman (Ed.), *Metacognition and mathematics education* (pp. 157-175). Nova Science Publisher.
- Miranda, A., Meliá, A., & Marco, R. (2009). Habilidades matemáticas y funcionamiento ejecutivo de niños con TDAH. *Psicothema*, 21, 63-69.
- Miranda, A., Meliá, A., Presentación, M. J., & Fernández, I. (2009). Estudiantes con TDAH y Dificultades de Aprendizaje ¿Tienen mayor riesgo de experimentar problemas motivacionales? *International Journal of Developmental and Educational Psychology. INFAD. XXI, 1*, 577-584.
- Miranda, A., Taverner, R., Soriano, M., & Simó, P. (2008). Aplicación de nuevas tecnologías con estudiantes con dificultades de aprendizaje en la solución de problemas: la escuela submarina. *Revista de Neurología*, 46, 59-63.
- Niederhofer, H. (2008). Attributions for school success and failure by adolescent students with and without attention deficit hyperactivity disorder. *Psychological Reports*, 102, 616-620.
- Olivier, M. A. J., & Steenkamp, D. S. (2004). Attention deficit/Hyperactivity disorder. Underlying deficits in achievement motivation. *International Journal for the Advancement of Counseling*, 26, 47-64.
- Owens, J. S., Goldfine, M. E., Evangelista, N. M., Hoza, B., & Kaiser, N. M. (2007). A critical review of self-perceptions and the positive illusory bias in children with ADHD. *Clinical Child and Family Psychology Review*, 10, 335-351.
- Pintrich, P. R., & Schunk, D. H. (1996). *The role of goals and goal orientation. Motivation in Education: Theory, Research, and Applications*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Preston, A. S., Heaton, S. C., McCann, S. J., Watson, W. D., & Selke, G. (2009). The role of multidimensional attentional abilities in academic skills of children with ADHD. *Journal of Learning Disabilities*, 42, 240-249.
- Raghubar, K.P., Barnes, M. A., & Hecht, S. A. (2010). Working memory and mathematics: A review of developmental, individual differences and cognitive approaches. *Learning and Individual Differences*, 20, 110-122.
- Shmulsky, S., & Gobbo, K. (2007). Explanatory style and college students with ADHD and LD. *Journal of Attention Disorders*, 10, 299-305.
- Simó, P. (2003). *Eficacia del entrenamiento cognitivo por ordenador en estudiantes con dificultades para resolución de problemas*. Tesis doctoral. Universidad de Valencia.
- Sonuga-Barke, E. J. S. (2002). Psychological heterogeneity in AD/HD – a dual pathway model of behaviour and cognition. *Behavioural Brain Research*, 130, 29-36.
- Suinn, R. M., & Winston, E. H. (2003). The Mathematics Anxiety Rating Scale, a brief version: Psychometric data. *Psychological Reports*, 92, 167-173.
- Tabassam, W., & Grainger, J. (2002). Self-concept, attributional style and self-efficacy beliefs of students with learning disabilities with and without attention deficit hyperactivity disorder. *Learning Disability Quarterly*, 25, 141-151.
- Thorell, L. B. (2007). Do delay aversion and executive function deficits make distinct contributions to the functional impact of ADHD symptoms?

- A study of early academic skill deficits. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 48, 1061-1070.
- Toll, S. W. M., Van der Ven, S. H. J., Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. H. (2010). Executive functions as predictors of math learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*. Advance on line publication. doi: 10.1177/ 0022219410387302
- Volpe, R. J., DuPaul, G. J., DiPerna, J. C., Jitendra, A. K., Lutz, J. G., Tresco, K. E., & Junod, P. V. (2006). Attention deficit hyperactivity disorder and scholastic achievement: A model of mediation via academic enablers. *School Psychology Review*, 35, 47-61.
- Wechsler, D. (1980). *Escala de inteligencia para niños de Wechsler Revisada (WISC-R)*. Madrid: TEA.
- Willcutt, E. G., Doyle, A. E., Nigg, J. T., Faraone, S. V., & Pennington, B. F. (2005). Validity of the executive function theory of attention deficit/hyperactivity disorder: A meta-analytic review. *Biological Psychiatry*, 57, 1336-1346.
- Zentall, S. S. (2007). Math performance of students with ADHD: Cognitive and behavioral contributors and interventions. In D. B. Berch and M. M. M. Mazzocco (Ed.), *Why is Math So Hard for Some Children? The Nature and Origins of Mathematical Learning Difficulties and Disabilities* (pp. 219-243). Baltimore: Paul H. Brookes Publishing Co.

Ana Miranda Casas, Professor in the area of developmental and educational psychology and coordinator of the Masters program in cognitive neuroscience and specific educational needs at the University of Valencia, Spain. Her main research topic is the analysis of the effectiveness of programs for training teachers in the application of specific educational strategies for children with ADHD. The findings have been published in prestigious national and international journals: *Journal of Learning Disabilities*, *Learning Disabilities Quarterly*, *Psicothema* and the *Revista de Neurología*.

María Jesús Presentación Herrero, Professor in the department of Developmental, Educational, Social and Methodology Psychology at Jaume I University in Castellón, Spain. Specialist in specific educational needs and intervention in the school context for students with ADHD.

Inmaculada Fernández Andrés, Doctor in psychology, assistant professor in the department of Developmental and Educational Psychology at the University of Valencia, Spain. Her main interests lie in the areas of ADHD and specific reading comprehension difficulties.

Carla Colomer Diago, Grant holder FPI in the department of Developmental and Educational Psychology at the University of Valencia, Spain. She is interested in the study of ADHD and learning difficulties.

Received date: 12-5-11

Review date: 9-7-11

Accepted date: 9-9-11

Funcionamiento ejecutivo y motivación en tareas de cálculo y solución de problemas de niños con trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH)

Executive Functioning and Motivation of Children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) in Problem Solving and Calculation Tasks

Ana Miranda*, Carla Colomer*, Inmaculada Fernández*,
y María-Jesús Presentación**

* Universidad de Valencia, ** Universidad Jaume I de Castellón¹

Resumen

En este estudio se exploran variables de funcionamiento ejecutivo y motivacionales que predicen el rendimiento de niños con TDAH en comprensión numérica, cálculo y solución de problemas. En la investigación participaron 24 niños con TDAH entre 6 y 10 años de edad. La evaluación incluyó una prueba de contenidos matemáticos, test de memoria de trabajo verbal, memoria de trabajo viso-espacial, atención e inhibición, y autoinformes de actitud, ansiedad y atribuciones hacia las matemáticas y autoconcepto. Los resultados de los análisis de regresión indicaron que la memoria de trabajo verbal y viso-espacial y la inhibición predicen el rendimiento en tareas de comprensión numérica y cálculo. Por otra parte, la ansiedad, la actitud, las atribuciones causales y el autoconcepto mostraron un papel significativo en la predicción de la mayoría de los procesos matemáticos. Además, en conjunto, las variables motivacionales predijeron los procesos matemáticos en mayor medida que las funciones ejecutivas.

Palabras clave: Trastorno por déficit de atención con hiperactividad, cálculo, solución de problemas, motivación, funcionamiento ejecutivo.

Abstract

This study analyzed the predictive role of executive functioning and motivational variables in number processing, calculation and problem solving skills of children with ADHD. Participants were twenty-four children with ADHD 6 to 10 year-old. The assessment included measures of arithmetic achievement, test of verbal and visuo-spatial working memory, attention and inhibition and self-reports of attitudes, anxiety and causal attributions regarding maths and self-concept. Multiple regression analysis revealed the predictive value of verbal and visuo-spatial working memory and inhibition on number understanding and calculation. On the other hand, anxiety, attitude, causal attributions and self-concept showed a significant role to predict the majority of the mathematical tasks. Furthermore motivational variables predicted number understanding, calculation and problem solving skills even over and above the executive functions.

Keywords: Attention deficit hyperactivity disorder, calculation, problem solving, motivation, executive function.

Correspondencia: Ana Miranda Casas, Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación, Universidad de Valencia, Dirección: Avenida Blasco Ibáñez, 21, Valencia. E-mail: ana.miranda@uv.es.

¹ Esta investigación ha sido financiada por el Plan Nacional I+D+I (Ministerio de Ciencia e Innovación), referencia EDU2009-07672. Asimismo, agradecemos la colaboración de las familias y profesores que proporcionaron la información necesaria para la realización de este trabajo.

Introducción

El trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH) es un problema del desarrollo muy frecuente, que se caracteriza por una sintomatología crónica de inatención, hiperactividad e impulsividad junto a un deterioro funcional notable. La complejidad que encierra el TDAH se acentúa debido a la alta tasa de comorbilidad que suele presentar con otros problemas. Además de los trastornos del lenguaje, de coordinación motora y de un espectro amplio de psicopatologías destaca el bajo rendimiento académico, que suele acompañar a los estudiantes con TDAH a través de las diferentes etapas evolutivas, desde preescolar a la educación superior (véase la revisión de Daley y Birchwood, 2010). La evidencia empírica sobre la influencia negativa de los síntomas del TDAH en el rendimiento en matemáticas, y sobre todo en lectura, es especialmente abundante, habiéndose identificado la implicación de factores etiológicos tanto genéticos como ambientales (Hart et al., 2010). De hecho, existe una alta comorbilidad entre el TDAH y las dificultades de aprendizaje de las matemáticas, que asciende a un 18.1%, muy superior a la que cabría esperar por puro azar (Capano, Minden, Chen, Schachar, e Ickowicz, 2008). Aún cuando los niños con TDAH no sufran ni dislexia ni discalculia presentan un desarrollo significativamente inferior a sus compañeros de las habilida-

des básicas de procesamiento numérico, como comparar números de un dígito en función de su magnitud, contar, o escribir números al dictado (Kauffman y Nuerk, 2008).

El vínculo entre TDAH y bajo rendimiento en matemáticas puede tener diferentes explicaciones, ligadas a modelos fundamentados en procesos neuropsicológicos distintos. Uno de estos modelos subraya la conceptualización cognitiva del TDAH, explicándolo como un déficit en las funciones ejecutivas o procesos que coordinan las funciones cognitivas cerebrales, planificación, control inhibitorio, memoria de trabajo y flexibilidad cognitiva esencialmente. Sin embargo, la disfunción ejecutiva no es una causa necesaria ni suficiente del TDAH, ya que sólo un 30% de los sujetos con el trastorno experimentan fallos significativos en este dominio (Doyle, 2006; Willcutt, Doyle, Nigg, Faraone, y Pennington, 2005). La heterogeneidad neuropsicológica del TDAH sobrepasa pues los déficits ejecutivos y parece ser mejor explicada por el modelo de doble vía (Sonuga-Barke, 2002), según el cual los fallos pueden afectar tanto al funcionamiento ejecutivo como a los procesos motivacionales (aversión a la demora). Finalmente, el modelo de R. Barkley (1997) ofrece una explicación comprensiva, argumentando que los fallos en la memoria de trabajo verbal y no verbal, en la motivación y en los procesos de análisis/síntesis representan problemas que obedecen a una autorre-

gulación insuficiente y a un deficiente control inhibitorio.

Los estudios sobre la implicación de las funciones ejecutivas y de la motivación en el rendimiento en matemáticas de estudiantes con TDAH, en comparación con los estudios sobre lectura, son aún escasos. No obstante, las investigaciones que se han realizado sobre el tópico han aportado algunos datos interesantes, que se comentarán a continuación.

Funciones ejecutivas y rendimiento en matemáticas de niños con TDAH

Los niños con TDAH muestran problemas de atención sostenida, una capacidad necesaria para el aprendizaje de los hechos numéricos y para el rendimiento en matemáticas en general. Examinan la información menos tiempo, lo que provoca comisión de errores por descuido en la alineación de los números, en la identificación de los signos de cálculo, en el acarreo de números en las sumas llevando, y en la supresión de los números en la resta, por citar los errores más evidentes. Además, son más lentos en tareas de matemáticas y presentan problemas de categorización (Zentall, 2007). Como Preston y colaboradores (Preston, Heaton, McCann, Watson, y Selke, 2009) han puesto de manifiesto, al menos algunas de las dificultades académicas que experimentan los niños con TDAH son debidas a su escasa capacidad

para inhibir y cambiar su atención, en lugar de justificarse por la presencia de dificultades específicas en el aprendizaje.

Barry, Lyman y Klinger (2002) exploraron en qué medida las funciones ejecutivas (FE) de planificación y flexibilidad, y la severidad de los síntomas de TDAH predecían el rendimiento académico en matemáticas, lectura y escritura, por separado. Sus resultados mostraron que, incluso cuando se controló el desempeño en funcionamiento ejecutivo, los síntomas de TDAH de inatención e hiperactividad/impulsividad continuaron prediciendo significativamente el bajo rendimiento académico en lectura, escritura y matemáticas. Además, cuanto más severos eran los síntomas de TDAH, mayor impacto negativo se producía en el rendimiento escolar. Sin embargo, sólo el rendimiento en matemáticas fue predicho tanto por los síntomas de TDAH como por el funcionamiento ejecutivo. Este hallazgo sugiere que los niños con mayores déficits de funcionamiento ejecutivo presentan peor rendimiento en matemáticas.

La asociación de los déficits en funciones ejecutivas de inhibición, flexibilidad, memoria de trabajo, aprendizaje verbal y planificación con el bajo rendimiento académico en niños y adolescentes con TDAH ha sido examinada por Biederman et al. (2004). Su trabajo demostró que las FE no tenían una influencia significativa en el rendimiento académico de los estudiantes del

grupo de control. Por el contrario, los sujetos con TDAH que presentaban déficits en las funciones ejecutivas tenían mayor riesgo de repetir curso y un rendimiento académico más bajo en aritmética y en lectura, que los sujetos con TDAH sin déficits de FE.

En consonancia con los resultados de Biederman et al. (2004), un reciente estudio de Miranda, Meliá y Marco (2009) constató que el grupo con TDAH y dificultades en el aprendizaje de las matemáticas (DAM) experimenta un déficit más severo en el funcionamiento ejecutivo, aunque este déficit no está afectando a todas las funciones ejecutivas por igual. En efecto, la comparación de los dos grupos, TDAH con DAM y TDAH sin DAM, no arrojó diferencias significativas en el test de atención sostenida. Sin embargo, el grupo de niños TDAH con DAM obtuvo un tiempo de reacción en la tarea Go/noGo significativamente superior al del grupo de niños con sólo TDAH, lo cual apunta a la existencia de un estado de activación subóptimo que puede afectar a la rapidez de procesamiento y a la automatización. Pero la diferencia más notable entre los dos grupos se obtuvo en las tareas de memoria de trabajo, de manera que tanto en el componente verbal como en el viso-espacial la ejecución del grupo TDAH con DAM fue significativamente inferior a la del grupo TDAH sin DAM. En la misma dirección apunta la investigación sobre el papel predictivo del

FE en el rendimiento en matemáticas en general. Toll, Van der Ven, Kroesbergen y Van Luit (2010) han encontrado que entre un conjunto de funciones ejecutivas, las tres tareas de memoria de trabajo predicaban la pertenencia al grupo de estudiantes con DAM, mientras que solamente una tarea de inhibición y ninguna de flexibilidad cognitiva demostraron el mismo poder predictivo. Es más, la memoria de trabajo predijo las DAM mostrando incluso un valor predictivo superior al que tenían las habilidades preparatorias para las matemáticas.

Por consiguiente, las funciones ejecutivas juegan un papel importante en el rendimiento en matemáticas en general y en las DAM de los niños con TDAH en particular. Como concluyen algunas investigaciones, es posible que los déficits de funcionamiento ejecutivo, actúen como mediadores entre los síntomas de inatención y rendimiento académico en matemáticas y en lenguaje (Thorell, 2007).

Factores motivacionales y rendimiento en matemáticas de niños con TDAH

Aunque con mucha menos profusión que el funcionamiento ejecutivo, las variables afectivo-motivacionales relacionadas con el rendimiento académico de los niños con TDAH han comenzado a estudiarse en los últimos años, posiblemente por el impulso de los modelos explicativos que han subra-

yado la afectación que el trastorno comporta en el terreno motivacional (Barkley, 1997; Sonuga-Barke, 2002). Entre las variables afectivo/motivacionales que inciden en el aprendizaje destacan el autoconcepto, o creencias sobre la propia capacidad, que modula la motivación del sujeto influyendo en sus resultados y la ansiedad, entendida como la tensión que el sujeto siente hacia la tarea. Las creencias atribucionales, o causas a las que el estudiante se refiere para explicar sus resultados (causas externas o internas, estables o inestables) son otro componente motivacional que modula el rendimiento (Closas, Sanz de Acedo y Ugarte, 2011; Miñano y Castejón, 2011).

Aunque no constan investigaciones en las que se haya estudiado específicamente el papel de las variables motivacionales en el rendimiento en matemáticas de niños con TDAH, la literatura sobre su rendimiento académico general puede ayudar a conformar una base de conocimientos sobre el tema.

Volpe et al. (2006) analizaron mediante un modelo de ecuaciones estructurales cómo el rendimiento académico previo y los «facilitadores académicos», entre los que se encontraba la motivación, servían como mediadores de la relación entre el TDAH y el rendimiento académico en matemáticas y lectura. Sus resultados indicaron que, tras controlar la influencia del conocimiento previo, el TDAH influía en la motivación, que a su vez influía

en las habilidades de estudio implicadas en el rendimiento académico. Birchwood y Daley (en prensa) investigaron la relación entre síntomas de TDAH y rendimiento académico en una muestra comunitaria de adolescentes que estaban terminando la Educación Secundaria. Los chicos completaron medidas de TDAH, ansiedad, depresión y motivación y un test de capacidad cognitiva general. En los análisis de regresión junto con los síntomas de TDAH y la capacidad cognitiva, la motivación fue un predictor significativo del rendimiento académico.

Otros estudios han encontrado que, como sucede en el caso de estudiantes con dificultades en el aprendizaje, los niños con TDAH suelen mostrar un estilo motivacional extrínseco: intentan conseguir la aprobación social, buenas calificaciones o premios, dependen más de los profesores en sus trabajos escolares, no suelen esforzarse ni sienten satisfacción por aprender cosas nuevas y dominarlas y se desaniman con más facilidad que sus compañeros sin TDAH (Carlson, Booth, Shin, y Canu, 2002; Olivier y Steenkamp, 2004). Investigaciones de naturaleza clínico-experimental, realizadas generalmente en un contexto de laboratorio, señalan que el rendimiento de personas con TDAH es muy sensible a cambios del contexto. Muestran un procesamiento alterado de estímulos motivacionales, dependiendo en mayor medida del refuerzo externo, especialmente en condiciones de

demora (Luman, Oosterlaan, y Sergeant, 2005).

Una de las variables con mayor peso en la predicción del rendimiento escolar es el autoconcepto académico. La mayoría de estudios obtienen una relación estadísticamente significativa entre éste y el rendimiento académico, de manera que cabría esperar que los alumnos con TDAH que presenten bajo rendimiento, tengan a la vez un bajo autoconcepto académico. En cambio, algunos estudios han encontrado que los alumnos con TDAH, a pesar de las dificultades que experimentan en su funcionamiento en múltiples dominios, sobrestiman su competencia en comparación con diferentes tipos de criterios objetivos. Por lo tanto, presentarían «sesgos positivos ilusorios» (Hoza, Pelham, Dobbs, Owens, y Pillow, 2002). Owens y colaboradores (Owens, Goldfine, Evangelista, Hoza, y Kaiser, 2007) ofrecen varias hipótesis alternativas, no excluyentes, que podrían explicar la sobrevaloración de la competencia por parte de los niños con TDAH: inmadurez cognitiva, déficits neuropsicológicos, ignorancia de la propia competencia o un sentimiento de auto-protección.

Las creencias atribucionales o causas percibidas de éxito y fracaso son otra variable que tiene repercusiones en el rendimiento escolar. Los patrones atribucionales más adaptativos son las atribuciones de éxito a causas internas y estables (como el esfuerzo y la capacidad) y

las de fracaso a causas inestables y controlables. Se ha observado que los estudiantes con TDAH tienden a atribuir sus éxitos a factores externos e incontrolables como la suerte (Niederhorfer, 2008), mientras que los fracasos los atribuyen a la falta de esfuerzo o de capacidad (Hoza, Pelham, Waschbusch, Kipp, y Owens, 2001). Este estilo atribucional no ayuda en absoluto a potenciar el autoconcepto. Es más, se ha constatado que el subgrupo de TDAH que tiene además problemas de aprendizaje obtiene puntuaciones más bajas en los autoinformes de autoconcepto, perseverancia y de atribuciones así como en valoraciones que hacen los padres de su conciencia de las metas y autoconciencia que el subgrupo TDAH sin problemas de aprendizaje, si bien las diferencias entre los grupos no alcanzan el nivel de significación estadística (Miranda, Meliá, Presentación, y Fernández, 2009; Tabassam y Grainger, 2002; Shmulsky y Gobbo, 2007).

Asimismo, la ansiedad hacia las matemáticas, junto con las actitudes que tengan los alumnos hacia la materia, es decir, si se ven o no a sí mismos capaces de aprender y resolver tareas matemáticas y si las consideran útiles y con sentido, pueden jugar un papel importante en la relación entre TDAH y rendimiento en matemáticas. Aunque no se haya analizado específicamente esta hipótesis con alumnos con TDAH, existen dos apoyos indirectos. En primer lugar, los niños

con TDAH con frecuencia desarrollan creencias irracionales hacia el aprendizaje escolar. Temen cometer errores por falta de seguridad en sí mismos, intentan evitar tareas que supongan retos por miedo a fracasar, se frustran cuando cometen fallos en las tareas y abandonan rápidamente cuando fracasan (Olivier y Steenkamp, 2004). La posibilidad de fracasar tiene implicaciones amenazadoras y va a disparar la ansiedad. Un segundo apoyo proviene de los trabajos realizados con muestras de estudiantes con dificultades específicas del aprendizaje de las matemáticas. Miranda, García, Marco, y Rosell (2006) realizaron una revisión en la que se concluye que los estudiantes con DAM, en comparación con los estudiantes sin DAM, e incluso cuando se los compara con estudiantes con dificultades en el aprendizaje de la lectura, tienen un nivel más alto de ansiedad, tienden a atribuir en menor medida sus éxitos y fracasos al interés y al esfuerzo y presentan un autoconcepto más bajo.

Fundamentado en los hallazgos de la línea de investigación centrada en factores implicados en el rendimiento en matemáticas, el presente trabajo se propuso dos objetivos interconectados: explorar la influencia del funcionamiento ejecutivo y de la motivación en el rendimiento en tareas de comprensión numérica, cálculo y solución de problemas de niños con TDAH, de forma aislada en primer lugar, y en combinación posteriormente. Se trata de una in-

vestigación pionera que reúne dos méritos destacables. En primer lugar la inclusión de dos conjuntos de predictores del rendimiento en matemáticas: las funciones ejecutivas de memoria de trabajo verbal, viso-espacial, atención e inhibición, y los factores motivacionales de actitud, ansiedad, atribuciones hacia las matemáticas y autoconcepto. En segundo lugar por el procedimiento que se ha aplicado para evaluar el rendimiento en tareas de matemáticas, el EPA 2000, que permite identificar procesos matemáticos que se corresponden con objetivos del currículum. De este modo, la identificación de funciones ejecutivas y factores motivacionales que predicen el aprendizaje de contenidos del currículum puede suministrar una información valiosa para optimizar la enseñanza de los estudiantes con TDAH.

Método

Participantes

Este estudio se llevó a cabo con una muestra de 24 niños, veintitrés varones y una mujer, que tenían un diagnóstico clínico de trastorno por déficit de atención con hiperactividad subtipo combinado. El diagnóstico de TDAH fue consensuado por un neuropediatra y una psicóloga clínica, siguiendo los criterios del DSM-IV-TR (American Psychiatric Association, 2002): a) Presencia de seis o más síntomas de inatención/

desorganización y seis o más síntomas de hiperactividad/impulsividad, de acuerdo con la información aportada por los padres y profesores; b) Persistencia de los síntomas durante más de un año; c) Inicio de los síntomas antes de los 7 años; d) Ausencia de psicosis, trastorno motor sensorial o neurológico. Además, la gravedad de los síntomas del TDAH interfería con el funcionamiento académico y/o social en la vida diaria del sujeto.

Los criterios de exclusión que se aplicaron incluyeron un CI menor de 80, psicosis, autismo, epilepsia, o cualquier otra enfermedad neurológica o genética.

La edad cronológica de los participantes oscilaba entre 6 y 10 años ($M = 7.96$, $DT = 1.08$). Todos los niños tenían una puntuación de CI de 80 o más en el WISC-R (Escala de inteligencia para niños revisada de Wechsler, 1980), con un rango de puntuaciones oscilando entre 80 y 123 ($M = 103.54 \pm 12.86$). Además, el 30.8% de sujetos presentaba un rendimiento en matemáticas correspondiente a una puntuación centil total inferior a 25 en la batería psicopedagógica EVALUA (García y González, 2003).

Procedimiento

Todos los participantes fueron valorados individualmente en un despacho sin ruido por un ayudante de investigación entrenado en evaluación psicológica. Doce sujetos (un 50% de la muestra), que esta-

ban recibiendo medicación para el tratamiento del TDAH, generalmente psicoestimulantes, mantuvieron un período libre de medicación de 48 horas antes de las sesiones de evaluación para evitar posibles sesgos en los resultados. Se obtuvo el consentimiento parental o del tutor legal para la participación en el estudio de todos los niños antes de iniciar la evaluación.

Medidas

Medidas de rendimiento matemático

Evaluación de procesos cognitivos matemáticos. Se aplicó la prueba informatizada EPA2000 (Evaluation and Prediction Assessment; DeClerq, Desoete, y Roeyers, 2000), en la versión adaptada española que ha demostrado tener un índice de consistencia interna adecuado e índices de validez criterial y convergente aceptables (Miranda, Acosta, Tárraga, Fernández y Rosel, 2005). Este instrumento está integrado por 3 escalas factoriales. La escala de conocimiento numérico incluye 37 ítems sobre lectura de unidades y decenas, comprensión del símbolo de las operaciones, comprensión y producción numérica y seriación. La escala de cálculo incluye elementos relativos a procedimientos de cálculo y cálculo mental y, por último la escala de solución de problemas está integrada por ítems que valoran la comprensión verbal del problema y la representación mental del problema.

Medidas de funcionamiento ejecutivo

Para evaluar el dominio de funcionamiento ejecutivo se utilizaron test de memoria de trabajo verbal, memoria de trabajo viso-espacial y de inhibición/atención.

Memoria verbal. Subtest de dígitos de la escala de inteligencia de Weschler (1980). Consta de dos tareas: recuerdo directo y recuerdo inverso de dígitos. En la tarea de recuerdo directo, que evalúa memoria a corto plazo, el niño debe repetir en el mismo orden series de números que el experimentador ha leído de forma oral. En la tarea de recuerdo inverso, que evalúa memoria de trabajo verbal, el niño debe repetir en orden inverso una secuencia de números que el experimentador ha leído oralmente. La variable dependiente es el número total de ensayos realizados correctamente.

Memoria viso-espacial. Tarea de memoria temporo-espacial (TSRT; Dubois et al., 1995). Se trata de una tarea computarizada que evalúa memoria de trabajo viso-espacial. El niño debe prestar atención a 12 cuadrados azules distribuidos de forma aleatoria en la pantalla y que de forma secuencial van cambiando a color rojo. A continuación, se presentan en la pantalla los cuadrados azules y el niño debe reproducir señalando con el dedo la secuencia de cambio de color que ha observado. La tarea consta de dos condiciones de recuerdo: con demora (desaparición

de todos los cuadrados de la primera fase y aparición de una pantalla en negro de forma que las exigencias de memoria de trabajo se incrementan) y sin demora (se pasa rápidamente a la fase de respuesta). La variable dependiente utilizada en este estudio es el nivel máximo alcanzado en la condición demora.

Inhibición y atención. Test de ejecución continua (CPT, versión adaptada por Ávila y Parcet, 2001). Se trata de una tarea computarizada en la que se presentan de forma aleatoria y sucesiva letras blancas en el centro de la pantalla sobre fondo negro. El niño debe responder presionando la barra espaciadora lo más rápido que pueda cada vez que vea una X precedida de una A. Las variables dependientes de esta prueba son los errores de omisión y los de comisión, que evalúan atención e inhibición respectivamente.

Medidas motivacionales

Actitud hacia las matemáticas (Miranda, Arlandis, y Soriano, 1997). La escala que se utilizó incluye preguntas relacionadas con la solución de problemas matemáticos. El alumno tiene que indicar su grado de acuerdo (mucho, bastante, poco, nada) con el contenido de cada uno de los 23 ítems que incluye la escala; por ejemplo, «Resolver problemas es una actividad que me pone nervioso», «Si el problema se me presenta difícil, lo dejo, no intento casi solucionarlo».

Atribuciones relacionadas con las matemáticas. Se aplicó el cuestionario de atribuciones internas (IAR) de Crandall (1965) adaptado al dominio de las matemáticas por Simó (2003). En este instrumento el niño debe elegir una de las dos posibles causas que se plantean ante una situación relacionada con las matemáticas según su similitud con su situación personal. Los ítems se distribuyen en cuatro escalas: escala de atribuciones positivas al esfuerzo para resultados positivos (E+), escala de atribuciones negativas para el esfuerzo para resultados negativos (E-); escala de atribuciones internas indiferenciadas para resultados positivos (U+); escala de atribuciones internas indiferenciadas para resultados negativos (U-). Las variables derivadas de este cuestionario son el número total de atribuciones internas para resultados positivos (E+ y U+) y para resultados negativos (E- y U-). Por ejemplo, «si un profesor te pone una buena nota en matemáticas, es: a) porque le caes bien al profesor; b) porque has trabajado bien».

Ansiedad hacia las matemáticas (MARS; adaptada de Suinn y Winston, 2003). Evalúa la ansiedad hacia las matemáticas. Esta versión de la escala consta de 24 ítems en los que se pregunta al alumno el grado de ansiedad que presenta ante diversas situaciones, por ejemplo, «¿cómo de ansioso crees que estarías al hacer un examen final de matemáticas?». Cada ítem presenta cuatro opciones de respuesta que van de

0 (en absoluto ansioso) a 3 (totalmente ansioso).

Autoconcepto (SDQ-I; Marsh, 1988). El instrumento original mide ocho dimensiones del autoconcepto y cuenta con indicadores psicométricos de fiabilidad y validez. De éstas, se seleccionó para el presente estudio la escala de autoconcepto general. El cuestionario está integrado por 10 frases descriptivas que expresan características personales globales a las que el niño debe responder según una escala de 5 puntos entre 1 (falso) y 5 (verdad); por ejemplo, «en general me gusta ser como soy» o «tengo muchas cualidades buenas».

Análisis estadísticos

El software utilizado para la realización de todos los análisis fue el paquete estadístico SPSS 17.0. En un primer momento, se examinó el papel de las funciones ejecutivas como predictoras de los procesos cognitivos implicados en las matemáticas. Para ello se realizaron análisis de regresión lineal múltiple por pasos sucesivos. Se decidió introducir el CI en el primer bloque, debido a la importancia que tiene la capacidad cognitiva general en el rendimiento en matemáticas. Después se introdujeron las variables de funcionamiento ejecutivo (dígitos directos, dígitos inversos, temporo con demora, CPT omisiones, CPT comisiones) en el bloque 2. El mismo procedimiento se realizó con las variables afectivo/motivacionales (an-

Tabla 1

Resultados de los Análisis de Regresión de las Variables de Funcionamiento Ejecutivo sobre Procesos Implicados en las Matemáticas

Procesos/predictores	Beta	R	R ²	Δ R ²	F	p
Lectura unidades y decenas Comisiones del CPT	-.460	.460	.211	.211	5.891	.024
Comprensión símbolo de operación Ningún predictor						
Comprensión y producción numérica Temporo con demora	.448	.448	.201	.201	5.525	.028
Seriación Ningún predictor						
Procedimientos de cálculo Dígitos inversos	.495	.495	.245	.245	7.141	.014
Cálculo mental Ningún predictor						
Comprensión verbal del problema Ningún predictor						
Representación mental del problema CI	.494	.494	.244	.244	7.107	.014
Escala general de conocimiento numérico Ningún predictor						
Escala general de cálculo Dígitos inversos	.496	.496	.246	.246	7.164	.014
Escala general de solución de problemas Ningún predictor						

CPT: Continuous Performance Test.

siedad —MARS—, atribuciones de éxito —IAR+—, atribuciones de fracaso —IAR—, autoconcepto —SDQ-I—, actitud) para examinar su contribución en las diferentes

subpruebas y escalas generales del EPA2000.

Finalmente, se examinó el grado en el que las variables de funcionamiento ejecutivo y motivacionales

contribuían conjuntamente a la predicción de los diferentes procesos matemáticos. Por tanto, se volvieron a realizar regresiones jerárquicas, pero esta vez introduciendo como variables independientes el CI en el primer bloque, las variables motivacionales en el segundo bloque y las variables de funcionamiento ejecutivo en el tercero.

Resultados

Predicción de los procesos matemáticos por las variables de funcionamiento ejecutivo

La tabla 1 presenta los resultados del primer análisis que muestran las variables de funcionamiento ejecutivo que mejor predicen cada una de las subpruebas del EPA2000.

La lectura de unidades y decenas estaba predicha por las comisiones del CPT ($R^2 = .211$; $p = .024$); la comprensión y producción numérica por el tempo con demora ($R^2 = .201$; $p = .028$); y la varianza de los procedimientos de cálculo estaba explicada en un 24.5% por la memoria de dígitos inversos ($R^2 = .245$; $p = .014$). El CI no alcanzó un valor significativo en la mayoría de las subpruebas del EPA2000, aunque estuvo significativamente asociado con la representación mental del problema. El resto de subpruebas no fueron predichas significativamente por ninguna variable. Por otra parte, la de cálculo fue la única escala general predi-

cha por alguna de las variables de funcionamiento ejecutivo, concretamente por la memoria de dígitos inversos ($R^2 = .246$; $p = .014$).

Predicción de los procesos matemáticos por las variables de motivación

La Tabla 2 recoge la contribución de las variables motivacionales a la predicción de la ejecución de las subpruebas del EPA2000.

La ansiedad fue el único predictor de la lectura de unidades y decenas ($R^2 = .220$; $p = .021$), la comprensión del símbolos de las operaciones ($R^2 = .181$; $p = .038$) y de la comprensión y producción numérica ($R^2 = .379$; $p = .001$), y junto con la escala de autoconcepto predijo también los procedimientos de cálculo (47.6% de varianza explicada). La seriación fue predicha por la escala de autoconcepto que explicó un 17.6% de la varianza total ($R^2 = .176$; $p = .041$). La escala de actitud predijo un 18.1% de la varianza total de cálculo mental ($R^2 = .181$; $p = .038$); y la escala de atribuciones internas a resultados de éxito explicó un 20.5% de la de comprensión verbal del problema ($R^2 = .205$; $p = .026$). Finalmente, la representación mental del problema fue la única competencia matemática en la que el CI fue significativo, explicando junto con el autoconcepto un 39.6% de la varianza total. En relación a las escalas globales, el conocimiento numérico fue predicho por

Tabla 2

Resultados de los Análisis de Regresión de las Variables de Motivación sobre Procesos Implicados en las Matemáticas

Procesos/predictores	Beta	R	R ²	Δ R ²	F	p
Lectura unidades y decenas						
Ansiedad (MARS)	-.470	.470	.220	.220	6.221	.021
Comprensión símbolo de operación						
Ansiedad (MARS)	-.425	.425	.181	.181	4.850	.038
Comprensión y producción numérica						
Ansiedad (MARS)	-.615	.615	.379	.379	13.405	.001
Seriación						
Autoconcepto (SDQ-I)	.419	.419	.176	.176	4.689	.041
Procedimientos de cálculo						
Ansiedad (MARS)	-.426	.567	.322	.322	10.444	.004
Autoconcepto (SDQ-I)	.417	.690	.476	.154	6.157	.001
Cálculo mental						
Actitud	.426	.426	.181	.181	4.870	.038
Comprensión verbal del problema						
Atribuciones de éxito (IAR+)	-.453	.453	.205	.205	5.687	.026
Representación mental del problema						
CI	.430	.494	.244	.244	7.107	.014
Autoconcepto (SDQ-I)	.394	.629	.396	.151	6.870	.005
Escala general de conocimiento numérico						
Ansiedad (MARS)	-.565	.565	.320	.320	10.342	.004
Escala general de cálculo						
Actitud	.526	.526	.277	.277	8.416	.008
Escala general de solución de problemas						
Autoconcepto (SDQ-I)	.473	.473	.224	.224	6.347	.020

IAR: Intellectual Achievement Responsibility; MARS: Math Anxiety Rating Scale; SDQ-I: Self Description Questionnaire-I.

la ansiedad ($R^2 = .320$; $p = .004$), la actitud predijo los procedimientos de cálculo explicando un 27.7% de la varianza ($R^2 = .277$; $p = .008$)

y la solución de problemas aritméticos estuvo predicha por la valoración del autoconcepto ($R^2 = .224$; $p = .020$).

Tabla 3

Resultados de los Análisis de Regresión de las Variables de Motivación y de Funcionamiento Ejecutivo sobre Procesos Implicados en las Matemáticas

Procesos/predictores	Beta	R	R ²	Δ R ²	F	p
Lectura unidades y decenas						
Ansiedad (MARS)	-.482	.470	.220	.220	6.221	.021
Comisiones del CPT	-.472	.666	.443	.223	8.352	.002
Comprensión símbolo de operación						
Ansiedad (MARS)	-.601	.425	.181	.181	4.850	.038
Omisiones del CPT	-.530	.611	.373	.192	6.248	.007
Dígitos directos	.412	.731	.535	.162	7.665	.001
Comprensión y producción numérica						
Ansiedad (MARS)	-.540	.615	.379	.379	13.405	.001
Temporo con demora	.458	.704	.495	.117	10.298	.001
Comisiones del CPT	-.337	.773	.597	.102	9.869	.000
Seriación						
Autoconcepto (SDQ-I)	.333	.419	.179	.179	4.698	.041
Comisiones del CPT	-.522	.575	.330	.154	5.180	.015
Temporo con demora	.415	.688	.474	.143	5.998	.004
Procedimientos de cálculo						
Ansiedad (MARS)	-.426	.567	.322	.322	10.444	.004
Autoconcepto (SDQ-I)	.417	.690	.476	.154	9.525	.001
Cálculo mental						
Actitud	.426	.426	.181	.181	4.870	.038
Comprensión verbal del problema						
Atribuciones de éxito (IAR +)	-.453	.453	.205	.205	5.687	.026
Representación mental del problema						
CI	.449	.494	.244	.244	7.107	.014
Autoconcepto (SDQ-I)	.430	.629	.396	.151	6.870	.005
Omisiones del CPT	-.385	.736	.542	.146	7.880	.001
Escala general de conocimiento numérico						
Ansiedad (MARS)	-.560	.565	.320	.320	10.342	.004
Comisiones del CPT	-.535	.671	.451	.131	8.614	.002
Dígitos directos	.365	.774	.599	.148	9.938	.000
Temporo con demora	.320	.829	.686	.088	10.399	.000
Escala general de cálculo						
Actitud	.526	.526	.277	.227	8.416	.008
Escala de solución de problemas						
Autoconcepto (SDQ-I)	.473	.473	.224	.224	6.347	.020

CPT: Continuous Performance Test; MARS: Math Anxiety Rating Scale; SDQ-I: Self Description Questionnaire-I.

Predicción de los procesos implicados en las matemáticas por las variables motivacionales y de funcionamiento ejecutivo

En la Tabla 3 se presentan los resultados de los análisis de regresión que se realizaron con las variables motivacionales y de funcionamiento ejecutivo conjuntamente. En este caso se introdujo el CI en el primer bloque, las variables motivacionales en el segundo, y las variables de funcionamiento ejecutivo en el tercer bloque.

Puede comprobarse que los dos predictores de la subprueba «lectura de unidades y decenas» continuaron siendo la ansiedad ($\Delta R^2 = .220$; $p = .021$) y las comisiones del CPT ($\Delta R^2 = .223$; $p = .002$) que explicaron el 44.3% de la varianza total. La varianza total de la «comprensión del símbolo de la operación» estuvo explicada en un 53.5% por la ansiedad hacia las matemáticas ($\Delta R^2 = .181$; $p = .038$), las omisiones del CPT ($\Delta R^2 = .192$; $p = .007$) y los dígitos directos ($\Delta R^2 = .162$; $p = .001$). Los tres predictores de la subprueba de «comprensión y producción numérica» fueron la ansiedad ($\Delta R^2 = .379$; $p = .001$), memoria temporo con demora ($\Delta R^2 = .117$; $p = .001$) y las comisiones del CPT ($\Delta R^2 = .102$; $p = .000$), que en su conjunto explicaron un 59.7% de la varianza total. El modelo de predicción de la subprueba de «seriación» estuvo formado por el autoconcepto ($\Delta R^2 = .179$; $p = .041$), las comisiones del CPT ($\Delta R^2 = .154$;

$p = .015$) y la memoria temporo con demora ($\Delta R^2 = .143$; $p = .004$) que explicaron el 47.4% de la varianza total. La subprueba «procedimientos de cálculo» fue predicha por dos variables que explicaron el 47.6% de varianza: la ansiedad ($\Delta R^2 = .322$; $p = .004$) y el autoconcepto ($\Delta R^2 = .154$; $p = .001$). El «cálculo mental» únicamente se encontró predicho por la actitud hacia las matemáticas ($R^2 = .181$; $p = .038$) que explicó el 18.1% de la varianza. Y las atribuciones positivas ($R^2 = .205$; $p = .026$) continuó siendo el único predictor de la «comprensión verbal del problema» (20.5% de varianza explicada). La única subprueba predicha por el CI fue la «representación mental del problema», donde el CI ($\Delta R^2 = .244$; $p = .014$), el autoconcepto ($\Delta R^2 = .151$; $p = .005$) y las omisiones de CPT ($\Delta R^2 = .146$; $p = .001$) explicaron un 54.2% de la varianza total.

Por último, la escala de «conocimiento numérico» estuvo predicha por cuatro variables que explicaron el 68.6% de la varianza: ansiedad ($\Delta R^2 = .320$; $p = .004$), las comisiones del CPT ($\Delta R^2 = .131$; $p = .002$), los dígitos directos ($\Delta R^2 = .148$; $p = .000$) y el temporo con demora ($\Delta R^2 = .088$; $p = .000$). La actitud hacia las matemáticas ($R^2 = .227$; $p = .008$) fue el único predictor de la escala general de «cálculo», explicando un 22.7% de la varianza total, mientras que la escala de «solución de problemas aritméticos», estuvo predicha por valoración del

autoconcepto ($R^2 = .224$; $p = .020$) que explicó un 22.4% de la varianza total.

Discusión

Este estudio se propuso explorar el poder de predicción de las funciones ejecutivas y de variables motivacionales, de forma aislada y conjunta, en el rendimiento en tareas de comprensión numérica, cálculo y solución de problemas en niños con TDAH.

Cuando se examinaron individualmente las funciones ejecutivas, se encontró que tenían una capacidad predictiva en 3 de los 8 procesos cognitivos implicados en las matemáticas. Concretamente la lectura de unidades y decenas estuvo predicha por las comisiones del CPT, típicamente considerada una medida de inhibición; el tiempo con demora, que evalúa memoria de trabajo viso-espacial, predijo la comprensión y producción numérica, y los procedimientos de cálculo estuvieron predichos por la ejecución en dígitos inversos que mide memoria de trabajo verbal. Los resultados sugieren, en la línea de las conclusiones de una reciente revisión (véase Raghobar, Barnes, y Hecht, 2010) que los déficits en la memoria de trabajo interfieren en la representación y la articulación del número durante el proceso de conteo, y provocan problemas secundarios en otros procesos numéricos. Junto con la memoria, la inhibición

es otra función ejecutiva que evidencia en nuestro trabajo un papel importante en la predicción de procesos matemáticos, sugiriendo una interconexión del fracaso en la inhibición y sobrecarga en el procesamiento.

Cuando se examinó de forma individual el papel de las variables motivacionales, los resultados mostraron que éstas contribuían a explicar el rendimiento en todos los procesos cognitivos implicados en las matemáticas. Concretamente, la ansiedad predice la lectura de unidades y decenas, comprensión del símbolo de la operación, comprensión y producción numérica y los procedimientos de cálculo y, lógicamente la escala general de conocimiento numérico; el autoconcepto tiene un papel significativo en la seriación, procedimientos de cálculo, representación del problema y en la escala general de solución de problemas; por último, la actitud hacia las matemáticas y las atribuciones internas del éxito predicen el cálculo mental y la comprensión verbal del problema, respectivamente.

Los análisis de regresión que se realizaron con las variables motivacionales y de funcionamiento ejecutivo conjuntamente aportaron información relevante. En referencia a los procesos matemáticos específicos las fuerzas están más o menos equilibradas entre la memoria verbal y viso-espacial, e inhibición por una parte; y la ansiedad, el autoconcepto y las atribuciones internas por otra. Sin embargo, la

panorámica es diferente en las escalas generales de competencias matemáticas, de forma que en la escala de conocimiento numérico se produce un aumento muy significativo en la varianza explicada, un 69%, frente al 32% explicado por las variables motivacionales y al 24% por las de funcionamiento ejecutivo. En las otras dos escalas generales, cálculo y solución de problemas, sólo demuestran un poder predictivo la actitud hacia las matemáticas y el autoconcepto. Los hallazgos, en consonancia con los de las escasas investigaciones sobre el tópico (Birchwood y Daley, en prensa; Volpe et al., 2006), evidencian el valor predictivo de las variables motivacionales-afectivas en el rendimiento matemático de niños con TDAH. Aún más, en las competencias generales nuestros resultados sugieren que su poder de predicción es incluso superior al poder que tienen las funciones ejecutivas.

Resumiendo, este estudio confirma la implicación de las funciones ejecutivas (Barry, Lyman, y Klinger, 2002; Biederman et al., 2004; Miranda, Meliá, y Marco, 2009) y se suma a los escasos trabajos sobre el papel de los factores motivacionales-afectivos en el rendimiento matemático (Birchwood y Daley, en prensa; Volpe et al., 2006), apoyando las argumentaciones sobre la heterogeneidad neuropsicológica del TDAH (Barkley, 1997; Sonuga-Barke, 2002). Aún así, ninguno de los dos componentes evaluados, el conjunto de va-

riables ejecutivas, y el conjunto de variables motivacionales, pueden considerarse como el único índice del rendimiento en tareas de numeración, cálculo y solución de problemas aritméticos de estudiantes con TDAH, como indica el porcentaje moderado de la varianza que explican. No obstante, hay que subrayar la variabilidad de la capacidad de las variables en función de los procesos matemáticos a predecir. Los mejores datos en este sentido se refieren a la escala general de conocimiento numérico en la que el conjunto de variables explicó un 69% de la varianza, mientras que en el extremo opuesto se encuentra el cálculo mental, con una varianza explicada de un 18.1% solamente.

Somos conscientes de algunas limitaciones que afectan a esta investigación. Los resultados pueden estar mediatizados por el reducido número de medidas de FE utilizadas en este estudio, a saber, memoria de trabajo verbal, memoria de trabajo viso-espacial, atención e inhibición. Sería procedente pues, aplicar pruebas adicionales para evaluar otras funciones ejecutivas como la flexibilidad y la planificación para ampliar la información.

Otra limitación se refiere al número de participantes, que es relativamente reducido. Por lo tanto, para obtener una mayor validez en las conclusiones, esta investigación debería de replicarse con un tamaño muestral mayor y con muestras de niños con TDAH que no tuvieran una derivación clínica. Igualmente,

resta por explorar si las variables de FE y motivacionales juegan el mismo papel en otros dominios relacionados con las matemáticas, como la geometría o el álgebra, que en las competencias básicas aritméticas que han sido objeto del presente trabajo.

El conocimiento matemático es un asunto crucial en términos del impacto que tiene no sólo en el éxito académico sino también en la capacidad para desenvolverse con éxito en la vida diaria. Aunque queda mucho por aprender acerca de cómo inciden los déficits ejecutivos y motivacionales en el bajo rendimiento en matemáticas que suele aparecer asociado al TDAH, nuestros hallazgos tienen implicaciones para la mejora de la enseñanza a alumnos con problemas atencionales.

En primer lugar, el subtest de dígitos o un test de inhibición, que son de fácil y rápida aplicación, pueden servir para detectar fallos en memoria e inhibición, actuando como herramientas predictoras de una posible dificultad para el aprendizaje de las matemáticas de niños con TDAH. La recomendación no sólo está fundamentada en nuestros hallazgos sino en los de un reciente trabajo de Toll et al. (2010) en el que las tres tareas de memoria de trabajo y una de inhibición predijeron la pertenencia al grupo de estudiantes con DAM, mientras que la flexibilidad cognitiva no demostró poder predictivo alguno.

En segundo lugar, una vez que se manifiesten las dificultades, lo

procedente sería aplicar pruebas que permitan identificar las competencias matemáticas que están afectadas para fundamentar la planificación de programas con contenidos específicos. Así, si las dificultades están relacionadas con la recuperación de hechos numéricos, se podría diseñar la práctica de ejercicios, escalonados según el índice de dificultad, con los que se trabaje repetidamente teniendo en cuenta los tiempos utilizados. Si las dificultades se concentran en la aplicación de procedimientos o algoritmos de cálculo, se podrían realizar actividades mediante modelado con pensamiento en voz alta explicando los pasos del procedimiento. Y, si las dificultades se focalizan en la solución de problemas, habría que implementar programas específicamente dirigidos a la instrucción en estrategias cognitivas y metacognitivas (Miranda, Taverner, Soriano, y Simó, 2008).

Además, dadas las repercusiones negativas que las manifestaciones típicas del TDAH tienen para el aprendizaje, los principios metodológicos más recomendables serían: feedback inmediato; abundantes oportunidades para la práctica efectiva, uso efectivo del ordenador; «andamiaje» continuo al principio, retirándolo progresivamente; comprobación de la adquisición de objetivos básicos antes de pasar a otros superiores; y progresión de la enseñanza desde lo concreto a lo abstracto.

Pero sobre todo nuestros hallazgos sugieren claramente que, en la

enseñanza de alumnos con TDAH en particular, el profesor no sólo deberá de atender a la trasmisión de contenidos sino potenciar la motivación hacia el aprendizaje para lo cual resultan efectivas estrategias como: (a) centrarse en los aspectos positivos de las actividades; (b) diseñar tareas con novedad, diversidad e interés que planteen retos ra-

zonables; (c) dar la oportunidad de elegir y controlar las actividades en la clase; (d) destacar las mejoras individuales, reconociendo el esfuerzo; (e) hacer la evaluación en privado, no en público; y, (f) reducir la ansiedad, ayudando a los estudiantes a interpretar los errores como una oportunidad para aprender (Pintrich y Schunk, 1996).

Referencias

- Asociación Americana de Psiquiatría (2002). *Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales. Cuarta edición, texto revisado*. Barcelona: Masson.
- Ávila, C., y Parcet, M. A. (2001). Personality and inhibitory deficits in the stop-signal task: The mediating role of Gray's anxiety and impulsivity. *Personality and Individual Differences*, 29, 875-986.
- Barkley, R. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: Constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological Bulletin*, 121, 65-94.
- Barry, T. D., Lyman, R. D., y Klinger, L. G. (2002). Academic underachievement and attention-deficit/hyperactivity disorder: the negative impact of symptom severity on school performance. *Journal of School Psychology*, 40, 259-283.
- Biederman, J., Monuteaux, M. C., Doyle, A. E., Seidman, L. J., Wilens, T. E., Ferrero, F., y Faraone, S. V. (2004). Impact of executive function deficits and attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) on academic outcomes in children. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 72, 757-766.
- Birchwood, J., y Daley, D. (2010). Brief report: The impact of attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) symptoms on academic performance in an adolescent community sample. *Journal of Adolescence*. Avance on line publicación. doi: 10.1016/j.adolescence.2010.08.011.
- Capano, L., Minden, D., Chen, S.X., Schachar, R. J., e Ickowicz, A. (2008). Mathematical learning disorder in school-age children with attention-deficit hyperactivity disorder. *Canadian Journal of Psychiatry*, 53, 392-399.
- Carlson, C. L., Booth, J. E., Shin, M., y Canu, W. H. (2002). Parent, teacher and self-rated motivational styles of ADHD subtypes. *Journal of Learning Disabilities*, 35, 104-113.
- Closas, A. H., Sanz de Acedo, M. L., y Ugarte, M. D. (2011). An explanatory model of the relations between cognitive and motivational variables and academic goals. *Revista de Psicodidáctica*, 16(1), 19-38.

- Crandall, J. E. (1965). Some relationships among sex, anxiety, and conservatism of judgment. *Journal of Personality*, 33, 99-107.
- Daley, D., y Birchwood, J. (2010). ADHD and academic performance: why does ADHD impact on academic performance and what can be done to support ADHD children in the classroom? *Child: Care, Health and Development*, 36, 455-464.
- DeClerck, A., Desoete, A., y Roeyers, H. (2000). EPA2000: A multilingual, programmable computer assessment of off-line metacognition in children with mathematical learning disabilities. *Behavior Research Methods, Instruments & Computers*, 32, 304-311.
- Doyle, A. E. (2006). Executive functions in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Clinical Psychiatry*, 67 (Suppl. 8), 21-26.
- Dubois, B., Levy, R., Verin, M., Teixeira, C., Agid, Y., y Pillon, B. (1995). Experimental approach to prefrontal functions in humans. En J. Grafman, K. J. Holyoak y F. Boller (Eds.), *Structure and function of the human prefrontal cortex* (pp. 41-60). New York: Annals of the New York Academy of Science.
- García Vidal, J., y González Manjón, D. (2003). *Batería psicopedagógica EVALUA 2-4-6 (versión 2.0)*. Madrid: EOS.
- Hart, S. A., Petrill, S. A., Willcutt, E., Thompson, L. A., Schatschneider, C., Deater-Deckard, K., y Cutting, L. E. (2010). Exploring how symptoms of attention-deficit/hyperactivity disorder are related to reading and mathematics performance: general genes, general environments. *Psychological Science*, 21, 1708-1715.
- Hoza, B., Pelham, W. E., Dobbs, J., Owens, J. S., y Pillow, D. R. (2002). Do boys with attention deficit/hyperactivity disorder have positive illusory self-concepts? *Journal of Abnormal Psychology*, 111, 268-278.
- Hoza, B., Pelham, W. E., Waschbusch, D. A., Kipp, H., y Owens, J. S. (2001). Academic task persistence of normally achieving ADHD and control boys: Performance, self-evaluations, and attributions. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 69, 271-283.
- Kauffman, L., y Nuerk, H. C. (2008). Basic number processing deficits in ADHD: A broad examination of elementary and complex number processing skills in 9 to 12-year-old children with ADHD-C. *Developmental Science*, 11, 692-699.
- Luman, M., Oosterlaan, J., y Sergeant, J. A. (2005). The impact of reinforcement contingencies on AD/HD: A review and theoretical appraisal. *Clinical Psychology Review*, 25, 183-213.
- Marsh, H. W. (1988). *Self-Description Questionnaire, I*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- Miñano, P., y Castejón, J. L. (2011). Variables cognitivas y motivacionales en el rendimiento académico en Lengua y Matemáticas: un modelo estructural. *Revista de Psicodidáctica*, 16(2), 203-230.
- Miranda, A., Acosta, G., Tárraga, R., Fernández, I., y Rosel, J. (2005). Nuevas tendencias en la evaluación de las dificultades de aprendizaje de las matemáticas. El papel de la metacognición. *Revista de Neurología*, 40, 97-102.
- Miranda, A., Arlandis, P., y Soriano, M. (1997). Instrucción en estrategias y entrenamiento atribucional: Efectos sobre la resolución de problemas y el autoconcepto de estudiantes con dificultades en el aprendizaje. *Infancia y Aprendizaje*, 80, 37-52.

- Miranda, A., García, R., Marco, R., y Rosel, J. (2006). The role of the metacognitive system in learning disabilities in mathematics. Implications for interventions. En A. Desoete and M. Veenman (Ed.) *Metacognition and mathematics education* (pp. 157-175). Nova Science Publisher.
- Miranda, A., Meliá, A., y Marco, R. (2009). Habilidades matemáticas y funcionamiento ejecutivo de niños con TDAH. *Psicothema*, 21, 63-69.
- Miranda, A., Meliá, A., Presentación, M. J., y Fernández, I. (2009). Estudiantes con TDAH y Dificultades de Aprendizaje ¿Tienen mayor riesgo de experimentar problemas motivacionales? *International Journal of Developmental and Educational Psychology. INFAD. XXI, 1*, 577-584.
- Miranda, A., Taverner, R., Soriano, M., y Simó, P. (2008). Aplicación de nuevas tecnologías con estudiantes con dificultades de aprendizaje en la solución de problemas: la escuela submarina. *Revista de Neurología*, 46, 59-63.
- Niederhofer, H. (2008). Attributions for school success and failure by adolescents students with and without attention deficit hyperactivity disorder. *Psychological Reports*, 102, 616-620.
- Olivier, M. A. J., y Steenkamp, D. S. (2004). Attention deficit/Hyperactivity disorder. Underlying deficits in achievement motivation. *International Journal for the Advancement of Counseling*, 26, 47-64.
- Owens, J. S., Goldfine, M. E., Evangelista, N. M., Hoza, B., y Kaiser, N. M. (2007). A critical review of self-perceptions and the positive illusory bias in children with ADHD. *Clinical Child and Family Psychology Review*, 10, 335-351.
- Pintrich, P. R., y Schunk, D. H. (1996). *The role of goals and goal orientation. Motivation in Education: Theory, Research, and Applications*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Preston, A. S., Heaton, S. C., McCann, S. J., Watson, W. D., y Selke, G. (2009). The role of multidimensional attentional abilities in academic skills of children with ADHD. *Journal of Learning Disabilities*, 42, 240-249.
- Raghubar, K.P., Barnes, M. A., y Hecht, S. A. (2010). Working memory and mathematics: A review of developmental, individual differences and cognitive approaches. *Learning and Individual Differences*, 20, 110-122.
- Shmulsky, S., y Gobbo, K. (2007). Explanatory style and college students with ADHD and LD. *Journal of Attention Disorders*, 10, 299-305.
- Simó, P. (2003). *Eficacia del entrenamiento cognitivo por ordenador en estudiantes con dificultades para resolución de problemas*. Tesis doctoral. Universidad de Valencia.
- Sonuga-Barke, E. J. S. (2002). Psychological heterogeneity in AD/HD - a dual pathway model of behaviour and cognition. *Behavioural Brain Research*, 130, 29-36.
- Sunn, R. M., y Winston, E. H. (2003). The Mathematics Anxiety Rating Scale, a brief version: Psychometric data. *Psychological Reports*, 92, 167-173.
- Tabassam, W., y Grainger, J. (2002). Self-concept, attributional style and self-efficacy beliefs of students with learning disabilities with and without attention deficit hyperactivity disorder. *Learning Disability Quarterly*, 25, 141-151.
- Thorell, L. B. (2007). Do delay aversion and executive function deficits make distinct contributions to the functional impact of ADHD symptoms? A study of early academic skill deficits. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 48, 1061-1070.

- Toll, S. W. M., Van der Ven, S. H. J., Kroesbergen, E. H., y Van Luit, J. E. H. (2010). Executive functions as predictors of math learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*. Avance on line publicación. doi: 10.1177/0022219410387302
- Volpe, R. J., DuPaul, G. J., DiPerna, J. C., Jitendra, A. K., Lutz, J. G., Tresco, K. E., y Junod, P. V. (2006). Attention deficit hyperactivity disorder and scholastic achievement: A model of mediation via academic enablers. *School Psychology Review*, 35, 47-61.
- Wechsler, D. (1980). *Escala de inteligencia para niños de Wechsler Revisada (WISC-R)*. Madrid: TEA.
- Willcutt, E. G., Doyle, A. E., Nigg, J. T., Faraone, S. V., y Pennington, B. F. (2005). Validity of the executive function theory of attention deficit/hyperactivity disorder: A meta-analytic review. *Biological Psychiatry*, 57, 1336-1346.
- Zentall, S. S. (2007). Math performance of students with ADHD: Cognitive and behavioral contributors and interventions. En D. B. Berch y M. M. M. Mazzocco (Ed.), *Why is Math So Hard for Some Children? The Nature and Origins of Mathematical Learning Difficulties and Disabilities* (pp. 219-243). Baltimore: Paul H. Brookes Publishing Co.

Ana Miranda Casas, CU en el área de Psicología del desarrollo y de la educación y coordinadora del Máster de neurociencia cognitiva y necesidades educativas específicas en la Universidad de Valencia. El tema prioritario de sus investigaciones es el análisis de la efectividad de programas para la formación a profesores en la aplicación de estrategias educativas específicas para niños con TDAH. Los hallazgos se han publicado en revistas prestigiosas nacionales e internacionales: *Journal of Learning Disabilities*, *Learning Disabilities Quarterly*, *Psicothema* y *Revista de Neurología*.

María Jesús Presentación Herrero, profesora titular del departamento de Psicología Evolutiva, Educativa, Social y Metodología de la Universidad Jaume I de Castellón. Especialista en necesidades educativas específicas e intervención en contexto escolar de estudiantes con TDAH.

Inmaculada Fernández Andrés, doctora en psicología, ayudante doctor del departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación de la Universidad de Valencia. Sus intereses son el trastorno por déficit de atención con hiperactividad y las dificultades específicas de comprensión lectora.

Carla Colomer Diago, becaria FPI en el departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación de la Universidad de Valencia. Interesada en la investigación sobre el trastorno por déficit de atención con hiperactividad y las dificultades de aprendizaje.

Fecha de recepción: 12-5-11

Fecha de revisión: 9-7-11

Fecha de aceptación: 9-9-11