

# The role of executive functions in the relation between socioeconomic level and the development of reading and maths skills / *El rol de las funciones ejecutivas en la relación entre el nivel socioeconómico y el desarrollo de habilidades lectoras y matemáticas*

José-Pablo Escobar, Ricardo Rosas-Díaz, Francisco Ceric, Andrés Aparicio, Paulina Arango, Rodrigo Arroyo, Victoria Espinoza, Marion Garolera, Marcelo Pizarro, Felipe Porflitt, María-Paz Ramírez & Diego Urzúa

To cite this article: José-Pablo Escobar, Ricardo Rosas-Díaz, Francisco Ceric, Andrés Aparicio, Paulina Arango, Rodrigo Arroyo, Victoria Espinoza, Marion Garolera, Marcelo Pizarro, Felipe Porflitt, María-Paz Ramírez & Diego Urzúa (2018) The role of executive functions in the relation between socioeconomic level and the development of reading and maths skills / *El rol de las funciones ejecutivas en la relación entre el nivel socioeconómico y el desarrollo de habilidades lectoras y matemáticas*, *Cultura y Educación*, 30:2, 368-392, DOI: [10.1080/11356405.2018.1462903](https://doi.org/10.1080/11356405.2018.1462903)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/11356405.2018.1462903>



Published online: 01 May 2018.



Submit your article to this journal [↗](#)



Article views: 445



View related articles [↗](#)






View Crossmark data [↗](#)



Citing articles: 2 View citing articles [↗](#)



## The role of executive functions in the relation between socioeconomic level and the development of reading and maths skills / *El rol de las funciones ejecutivas en la relación entre el nivel socioeconómico y el desarrollo de habilidades lectoras y matemáticas*

José-Pablo Escobar <sup>a</sup>, Ricardo Rosas-Díaz<sup>a</sup>, Francisco Ceric <sup>b</sup>,  
Andrés Aparicio<sup>a</sup>, Paulina Arango<sup>c</sup>, Rodrigo Arroyo <sup>b</sup>, Victoria Espinoza<sup>a</sup>,  
Marion Garolera<sup>a</sup>, Marcelo Pizarro<sup>a</sup>, Felipe Porflitt<sup>a</sup>, María-Paz Ramírez<sup>a</sup>,  
and Diego Urzúa<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Pontificia Universidad Católica de Chile; <sup>b</sup>Universidad del Desarrollo; <sup>c</sup>Universidad de los Andes

(Received 1 June 2016; accepted 6 April 2018)

**Abstract:** Executive functions (EF) are a set of processes that allow individuals to plan, monitor and organize tasks and thus play a key role in the development of reading and maths skills. Environmental factors such as socioeconomic level (SEL) influence reading and maths skills as well as EFs. The aim of this study is to explore the extent to which executive functions play a mediating role between SEL and reading and maths performance. To this end, we assessed 286 Chilean primary education students: 86 with a high SEL and 200 with a low level. The results show that the high-SEL group obtained consistently higher scores than their peers with low SEL levels in both reading and maths tasks as well as in EF measurements. This suggests that SEL could influence the development of these variables. The results also showed that EFs partially mediate the relation between SEL and reading and maths skills in primary school students through the specific function of inhibition. The results are discussed in light of the effect of SEL on the development of EFs and school learning.

**Keywords:** executive functions; reading; mathematics; socioeconomic level; cognitive development

**Resumen:** Las funciones ejecutivas (FE) son un conjunto de procesos que permiten la planificación, la monitorización y la organización de tareas jugando un importante rol para el desarrollo lector y matemático. Factores

---

English version: pp. 368–378 / *Versión en español:* pp. 379–388

References / *Referencias:* pp. 389–392

Translated from Spanish / *Traducción del español:* Julie Waddington

Authors' Address / *Correspondencia con los autores:* José-Pablo Escobar, Centro de Desarrollo de Tecnologías de Inclusión (CEDETI UC), Av. Vicuña Mackenna 4860, Campus San Joaquín, Edificio Mide UC, Macul, Santiago, Chile. E mail: [jpescobar@uc.cl](mailto:jpescobar@uc.cl)

ambientales como el nivel socioeconómico (NSE) influyen en el desarrollo lector y matemático así como también en las FE. Este trabajo pretende evaluar si las funciones ejecutivas juegan un rol mediador entre el NSE y el desempeño lector y matemático. Para ello fueron evaluados 286 estudiantes chilenos de primero básico: 86 de NSE alto y 200 de NSE bajo. Los resultados muestran que el grupo de NSE alto consistentemente obtuvo mayores puntajes que sus pares de NSE bajo tanto en las tareas lectoras y matemáticas como también en las medidas de FE, lo que sugiere que el NSE podría influir en el desarrollo de estas variables. Así también, se encontró que las FE, a través de la inhibición, median parcialmente la relación entre el NSE y las habilidades lectoras y matemáticas en escolares de primero básico. Los resultados se discuten a la luz del efecto del NSE en el desarrollo de las FE y de aprendizajes escolares.

**Palabras clave:** funciones ejecutivas; lectura; matemáticas; nivel socioeconómico; desarrollo cognitivo

Executive functions (EFs) are a set of cognitive processes that include cognitive flexibility, working memory, cognitive and behavioural inhibition, and planning, as well as the planning, monitoring and organization of tasks (Diamond, 2013). EFs are needed to carry out a task, allowing individuals to control and monitor the mental functions involved in their execution (Miyake & Friedman, 2012), and are considered to be an umbrella concept that integrates intercorrelated functions (Miyake et al., 2000). In view of this, it is vital to know which of these processes precede and promote the development of the precursors of learning and, consequently, school achievement (Best, Miller, & Naglieri, 2011). Knowledge of EFs, especially at school age, helps the understanding of their role in learning contexts that require adaptability and flexibility when faced with new situations.

Different authors have studied EFs and their relation with reading and maths skills (Lee & Bull, 2016; Mulder, Verhagen, Van der Ven, Slot, & Leseman, 2017; Purpura, Schmitt, & Ganley, 2017). With regard to the relation between EFs and reading, working memory is important for the decoding process used in reading, in the sense that the reader is required to maintain the letters in mind for brief periods of time in order to read a word fluently (Nevo & Breznitz, 2013). Its role has also been assessed in relation to reading comprehension, given that deficits in working memory help to explain some comprehension difficulties (Carretti, Borella, Cornoldi, & De Beni, 2009). On the other hand, cognitive inhibition and flexibility play a vital role in the execution of naming speed tasks (van der Sluis, de Jong, & van der Leij, 2004). In this sense, the effective recovery of the phonological labels associated with letters and groups of letters is determined by the reader's ability to inhibit irrelevant codes and to seek and recover the suitable options speedily (Altemeier, Abbott, & Berninger, 2008).

With regards to mathematics, EFs are important predictors (Blair & Razza, 2007; Bull & Scerif, 2001) which are differentiated by the type of task (Arán Filippetti & Richaud, 2017). For example, working memory and inhibition correlate more with the mental calculations used in adding and subtracting, since their execution involves transferring and maintaining information in order to carry out

the operation (Gilmore, Keeble, Richardson, & Cragg, 2015; Raghubar, Barnes, & Hecht, 2010). Inhibition is associated more with counting (Lan, Legare, Ponitz, Li, & Morrison, 2011), since it helps to block distracting information. On the other hand, flexibility is associated more with the solving of verbal mathematics problems (Cantin, Gnaedinger, Gallaway, Hesson-McInnis, & Hund, 2016). Nevertheless, it is also said that only working memory, and not flexibility and inhibition, predict performance in mathematics (Bull & Lee, 2014; Van der Ven, Kroesbergen, Boom, & Leseman, 2012). This is a controversial point in this field, given the impure measurements provided when measuring EFs as a result of their dynamic nature (Miyake et al., 2000; Van der Ven et al., 2012).

While the evidence shows the importance of EFs for developing reading and maths skills, other variables, such as socioeconomic level (SEL), are related to the development of EFs (Hackman & Farah, 2009; Sarsour et al., 2011). In this sense, the children of a mother with a low educational level obtain lower scores in tasks focused on semantic and phonological fluency (Ardila et al., 2005) and the assessment of working memory (Farah et al., 2006; Hackman, Gallop, Evans, & Farah, 2015). Comparative studies have also shown that the performance of children with low SELs is lower in self-regulation tasks than that of children with high SELs (Raver, Blair, & Willoughby, 2013). In the Latin American context, Ardila et al. (2005) assessed Colombian and Mexican children aged between five and 14 years old and found the parents' educational level to be an environmental variable that could explain EF development. Likewise, with a sample of Argentinian preschool children, Lipina et al. (2013) found that participants with low SELs obtained lower scores in visual working memory and planning tasks compared with a group of high SEL children. Similar results are reported by da Rosa Piccolo, Arteché, Fonseca, Grassi-Oliveira, and Salles (2016), who report that Brazilian children from low SELs attending state schools obtained significantly lower scores than their peers in private schools in visual working memory tasks and in cognitive and behavioural inhibition.

According to OECD data, Chile has one of the highest poverty rates compared to other member countries, with 23.5% of children living in homes with an income of half the national average (OECD, 2015). The data also reveal significant differences in educational deprivation between children from high and low SELs, as well as inequality in children's well-being insofar as those from high SELs have better material conditions and quality of life than those from low SELs (OECD, 2015). This brings about a situation in which growing up in poverty not only affects the development of EFs (Filippetti, 2011; Lipina et al., 2013), but also the chances of receiving a quality education, due to the high level of segregation and selection of students by schools stratified by SEL (Rosas & Santa Cruz, 2013; Valenzuela, Bellei, & Ríos, 2014).

This study aims to verify the impact of SEL on the development of EFs such as visual working memory and cognitive and behavioural inhibition and flexibility, as well as the effect of SEL on the development of reading and maths skills in primary school children in Chile. The study also aims to identify the extent of the relation between EFs and reading and maths skills and to determine if EFs

mediate in the relation between SEL and reading and maths skills. Assessing the relation between these variables in primary school is important since reading and maths skills are worked on considerably at this stage, and learning these skills takes up a significant portion of the school curriculum. In maths, children represent and learn basic adding and subtracting operations, while in reading they focus mainly on learning the rules of correspondence between phonemes and graphemes, as well as decoding skills. With regards to EFs, they are not developed at the same pace and some depend on others. In this sense, we know that ‘primary’ EFs, such as working memory and inhibition, are developed earlier in order to support other processes such as cognitive flexibility (Santa Cruz & Rosas, 2017). Schooling promotes the development of EFs (Clements, Sarama, & Germeroth, 2016; Diamond, 2016) and, as a result, it is important to know in what way EFs and school learning are related when children begin school and to verify if they are related in different ways according to domain — reading or maths — or if the relations are of a more general nature.

## **Method**

### ***Participants***

A total of 286 primary school children (148 girls) between six and seven years old ( $M = 6.65$ ,  $SD = 0.48$ ) participated in the study. The children belonged to high socioeconomic groups ( $n = 86$ ) and low ones ( $n = 200$ ). Participants of the high-SEL group came from a private school, while those in the low-SEL group came from six state schools. All schools are in the Metropolitan Region of Chile. The imbalance in the number of schools is explained by the difficulties in gaining access to high-SEL schools. SELs were identified on the basis of the criteria set by the Chilean Ministry of Education and the school vulnerability index. In the case of low SELs, parents report monthly incomes oscillating between \$332 and \$500 dollars and an average of nine to 10 years of schooling, with around 86% of students being in a situation of school vulnerability. In the high SELs, parents have over 16 years’ schooling, an income of over \$2,490 dollars per month, and no students are in conditions of school vulnerability (MINEDUC, 2016).

Participants were contacted through their schools. The parents were asked to sign an informed consent form authorizing their participation and the children also gave their assent verbally before being assessed. The Local Ethics Committee validated all the material and procedures used in the study.

### ***Tasks and procedure***

Participants were assessed in rooms provided by the schools they attended, equipped with a battery of instruments displayed on a tactile screen and designed to explore executive functions. Assessments were carried out by examiners trained in the use of the specific instruments employed. These instruments included three tests that measured behavioural inhibition, cognitive inhibition, visual working memory and cognitive flexibility. Subtests were also applied on Reading Fluency

and Maths Fluency from the Woodcock-Muñoz Battery III (Muñoz, Woodcock, McGrew, & Mather, 2005).

### *Behavioural inhibition*

Assessed through the Bzz Inhibition task, which is a subtest of the TENI test (Tenorio, Arango, Aparicio, & Rosas, 2016). This task comprises two parts. In the first part, we see flies moving on the screen and the children have to touch as many flies as possible with their finger during a period of one minute. After this phase, the examiner tells the child that they have to leave the room for a moment and asks the child not to play during their absence. The examiner goes out, leaving the child alone for five minutes with the game still running. The hope is that the child will inhibit their impulse to play in line with the instructions given by the assessor. This task collects information on whether the child touches the screen and on how long they take before they touch it. As a variable, we used the number of touches made by the participant during the second phase of the test, i.e., when they were explicitly asked not to touch the screen.

### *Cognitive inhibition*

In order to assess this function, we used the Hearts and Flowers (H&F) paradigm, which is an experimental task developed by Davidson, Amso, Anderson, and Diamond (2006), and is one of the standard tests used to assess executive functions in children. In this task, every time they see a heart on the screen children are asked to touch the side where the heart appears. At the same time, every time they see a flower they are asked to touch the side of the screen on which the flower appears. The task has three stages: in the first stage (20 items) only hearts appear; in the second stage (20 items) only flowers appear; and in the third stage (33 items) flowers and hearts appear. For the analysis, the dependent variable was taken to be the number of correct responses in stage 3, which evaluated cognitive inhibition (Davidson et al., 2006). Responses given 200 milliseconds before the stimulus appeared were considered to be anticipatory and were thus excluded from the analysis.

### *Visual working memory*

The subtest *Topo el topo torpe* ('Catch the clumsy mole') of the Child Neuropsychological Assessment Test (TENI; Tenorio et al., 2016) was used to assess this. Participants were shown a grid with  $3 \times 3$  holes through which a mole appears. The participant has to say which holes the mole appeared through in the right sequence immediately after the presentation. The test increases in difficulty depending on the number of holes the mole appears in and the distance between them. The dependent variable is the number of correct touches.

### *Cognitive flexibility*

Participants are presented with four geometric shapes — a circle, a triangle, a square and a pentagon — that may be different in colour and size. The task consists of selecting three figures that follow a specified pattern. Nevertheless, after getting five items right, the criteria changes without the participant being alerted, which means they need to use flexibility in order to cease doing the same thing and to look for an alternative solution. The number of correct responses is taken to be the variable of interest in this test.

### *Reading*

The Reading Fluency test of the Woodcock-Muñoz Battery III (Muñoz et al., 2005) was used. Participants read short sentences and answer if they are true or false in a maximum time of 180 seconds. For example, in answer to the statement ‘Most apples are blue’, the participant has to mark *T* if they think it is true and *F* if they consider it to be false. The number of correct responses is taken as the variable to be considered in the analysis.

### *Mathematics*

The Mathematics Fluency test of the Woodcock-Muñoz Battery III (Muñoz et al., 2005) was used. In this test, participants must solve simple maths operations in writing (additions, subtractions and multiplications of one, two and three digits) in a maximum time of 180 seconds. The dependent variable is the number of correct responses given with the maximum time allocated.

### *Data analysis*

Variance analyses (ANOVAs) were carried out for each of the dependent variables of the study to evaluate the effect of SEL on the development of executive functions, reading and maths. Pearson correlation tests were also carried out to identify the size of the effect and the extent of the relation between EFs and measurements of reading and maths skills. Finally, the Sobel-Goodman test was used to evaluate the mediating role of EFs on the relation between reading and maths skills and SELs. This test is used to verify mediation hypotheses. A level of statistical significance equal to or below .05 was established.

## **Results**

### ***Do SELs have an effect on executive functions and reading and maths skills?***

An ANOVA test was carried out (Table 1) to evaluate the effect of SEL on EFs and maths and reading skills. After verifying compliance with assumptions of variance normality and homogeneity (Levenne’s test,  $p > .05$ ), it is observed that the differences between the means are significant, except in the case of visual working memory. As a result, SEL is found to have an effect on the EFs’

Table 1. Descriptive statistics and results of the ANOVA.

Variable/SEL	Low SEL <i>M (SD)</i>	High SEL <i>M (SD)</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta_p^2$
Reading	8.67 (2.33)	13.01 (2.03)	225.019	.000	.441
Mathematics	8.73 (2.43)	12.87 (2.05)	192.544	.000	.403
Behav Inhib	9.65 (6.38)	11.33 (6.22)	4.041	.045	.014
Cogn Inhib	8.71 (2.72)	12.16 (2.04)	56.018	.000	.308
Flexibility	9.35 (3.05)	11.35 (2.37)	28.127	.000	.098
VWM	10.33 (3.56)	9.70 (2.92)	1.973	.161	.007

Note: Behav Inhib = behavioural inhibition; Cogn Inhib = cognitive inhibition; VWM = visual working memory

measurement and on reading and maths skills. Consistently, differences are found in favour of high SELs, who obtain higher scores.

### ***What is the extent of the relation between executive functions and reading and maths skills?***

Since previous studies have already shown that EFs are fundamental to reading and maths development, a Pearson correlation test was carried out to determine the extent of the relation between EFs and reading and maths skills and to obtain an approximation of shared variance between the variables (Table 2).

The correlation analysis shows that cognitive inhibition and flexibility correlate moderately and positively in reading and maths. Furthermore, flexibility presents low and positive correlations with maths and reading.

### ***Do executive functions mediate the relation between SEL and reading and maths skills?***

Given that SEL has an effect on EFs and school learning, it is reasonable to ask if inhibition and cognitive flexibility may mediate the relation between SEL and reading and maths. To do this, we carried out the Sobel-Goodman test (Table 3).

Table 2. Correlations between variables.

Variable	1	2	3	4	5
1 Reading	1				
2 Mathematics	.673**				
3 Behav Inhib	.112	.069			
4 Cogn Inhib	.563**	.628**	.075		
5 Flexibility	.235**	.237**	.022	.239**	
6 VWM	.014	.079	-.009	.140	.082

Note: Behav Inhib = behavioural inhibition; Cogn Inhib = cognitive inhibition; VWM = visual working memory; \*\* $p \leq .01$



Table 3. Results of the Sobel-Goodman test.

	SEL and DV <i>B (SE)</i>	SEL and mediator <i>B (SE)</i>	SEL and mediator DV predictor <i>B (SE)</i>	Sobel-Goodman Test	<i>p</i>
			Reading		
Flexibility		2.01 (.378)	.029 (.050)	0.57	.56
Inhibition		3.45 (.46)	.192 (.078)	2.44	.015
Reading	6.35 (.48)			13.17	.000
Mathematics					
Flexibility		2.01 (.378)	.032 (.049)	0.65	.52
Inhibition		3.45 (.46)	.358 (.077)	4.14	.000
Mathematics	4.24 (.48)			8.87	.000

Note: SEL = Socioeconomic level; *B* = Non-standardized coefficients; *SE* = standard error in non-standardized coefficients; DV = dependent variable

Results of the Sobel-Goodman test show that after controlling the SEL effect, cognitive inhibition is a variable that partially mediates the relation with reading ( $p = .015$ ) and maths ( $p = .000$ ) performance, since the direct relation between SEL and reading performance is significant and positive. In the case of cognitive flexibility, the same test shows that this is not a mediating variable to explain the relation between SEL and reading performance ( $p = .56$ ) or maths performance ( $p = .52$ ).

In summary, the results suggest that SEL could influence the development of EFs and school learning. Participants with high SELs show better performance in tasks testing flexibility, behavioural and cognitive inhibition, reading and maths. On analysing the relation between EFs and school learning, flexibility and cognitive inhibition in particular show correlations with reading and maths. The effect of SEL on the development of EFs and school learning leads us to consider the role of flexibility and cognitive inhibition as mediators of the relation between SEL and school learning. The results show that cognitive inhibition partially mediates the relation between both variables, but that cognitive flexibility does not.

## Discussion

This study has evaluated the effect of SEL on the development of EFs and reading and maths skills in primary school children in Chile. The results suggest that SEL could have an effect on the development of Efs, given that children with high SELs obtained higher scores than their low-SEL peers in tasks testing flexibility and behavioural and cognitive inhibition. This shows similar findings to those from other studies that report that growing up in conditions of poverty influences EFs (Lipina & Colombo, 2009; Raizada & Kishiyama, 2010). Studies show that children with low SELs obtained lower scores than their peers with high SELs in tasks testing cognitive flexibility (Kishiyama, Boyce, Jimenez, Perry, & Knight,

2009; Lipina, Martelli, Vuelta, Injoque-Ricle, & Colombo, 2004), behavioural inhibition (Evans & Kim, 2013; Ruberry et al., 2016) and cognitive inhibition (Farah et al., 2006). Regarding the absence of significant differences in visual working memory according to SEL, it is possible that these were not found due to the assessment paradigm. In this sense, both groups attained the maximum possible marks in the execution of the task, with the result being that no differences are found in performance levels and low correlations are shown.

The relation between SEL and the development of EFs is complex. For some authors, the stress caused by the lack of economic resources affects the levels of sensitivity, care and responsibility shown by parents in relation to their children. Consequently, children's cortisol levels increase, thus having an impact on the development of EFs (Blair, Granger, & Peters Razza, 2005; Blair et al., 2011). Other models offer an explanation based on family income levels, since these determine the availability of economic resources that will help provide better education and an environment rich in stimuli, as well as the time and opportunities for parents to guide their children (Brown, Ackerman, & Moore, 2013; Yeung, Linver, & Brooks-Gunn, 2002). Authors such as Hackman et al. (2015) suggest that the mother's level of schooling, the home atmosphere and family income per capita influence the development of EFs, and that, moreover, improvements in income levels impact positively on EFs.

Regarding the development of reading and maths skills, SEL also presented a significant effect in our analyses, in line with other previous studies (Escobar & Meneses, 2014; Herbers et al., 2012). In the South American context, studies have shown that children with low SELs are less exposed to print and to shared reading experiences (Larraín, Strasser, & Lissi, 2012). Likewise, in variables such as vocabulary, parents with low SELs show lower levels of performance, which impacts on the reading performance of their children (Coddington, Mistry, & Bailey, 2014).

While SEL could influence the development of EFs and reading and maths skills, we also explored the extent to which EFs explain the development of these skills. The results show that cognitive inhibition shares almost 32% of variance with reading and almost 39% with maths skills. Similarly, the flexibility measure shares 5% with reading and almost 6% with maths. The relation between cognitive inhibition and reading development is explained by the role of flexibility and cognitive inhibition in comprehension and reading fluency (Colé, Duncan, & Blaye, 2014). We should remember that the paradigm used to assess reading skills includes fluency and comprehension, which can be evaluated at early stages of reading development given the orthographic transparency of Spanish (Seymour, Aro, & Erskine, 2003). On the other hand, it has been found that inhibitory control and cognitive flexibility are predictive of early maths performance (Clark, Pritchard, & Woodward, 2010).

The results of this study show the possible effect of SEL on reading and maths skills as well as on EFs. It has also been found that cognitive inhibition explains a significant part of the variance of reading and maths skills. Consequently, it is reasonable to ask if EFs — measured through cognitive inhibition and flexibility

— could mediate the relation between maths and reading skills and SEL. Our results show inhibition to be a variable that does partially mediate this relation, while cognitive flexibility does not. The fact that we did not find this effect could be due to the nature of the paradigm used and the age of the participants. In this sense, the task may be complex insofar as the participants have to infer if their responses are correct or incorrect on the basis of the feedback provided by the examiner and, furthermore, are able to vary their responses in line with different attributes in the form of stimuli, size and colours.

Although the tests used to assess FE and the age groups considered are not the same, other studies report similar general results to ours in relation to the mediating effect of EFs on SEL and reading and maths performance. For example, in a sample of Brazilian children in years four and six of primary school, Corso, Cromley, Sperb, and Salles (2016) report that EFs, specifically working memory, attention and behavioural inhibition, mediate the relation between SEL and reading comprehension skills. Similar results are reported by Dilworth-Bart (2012), who, in a sample with preschool children, reports that executive functions mediate the relation between SEL and mathematics performance. Likewise, Fitzpatrick, McKinnon, Blair, and Willoughby (2014) found that EFs continue to predict academic performance after controlling the SEL effect and also partially explain the association between SEL and maths performance.

Growing up in poverty means having a greater chance of being exposed to stress factors, such as lack of stability and family violence, physical or emotional abuse and economic deprivation, that could influence cognitive development (Guinosso, Johnson, & Riley, 2016). While factors of social and economic deprivation influence the development of executive functions (Ursache, Noble, & Blair, 2015) and reading and maths skills (Perry & McConney, 2013), it is also expected that schooling will compensate for these effects (Hackman et al., 2015). In the case of Chile, it would seem that this is not the case, since SEL restricts the educational opportunities available to children due to the high level of segregation and selection carried out by schools (Hernández & Raczynski, 2015; Valenzuela et al., 2014). It is instead highly likely that children with low SELs will attend schools that cannot compensate for these difficulties (Rosas & Santa Cruz, 2013; Villalobos & Quaresma, 2015).

Among the different limitations of this study, it is important to note that the results have been collected from primary school children in Chile and that a causal relation between the variables cannot be established due to the transversal nature of the study. Another limitation is the global measurement of reading and maths performance, which restricts the interpretation of the results. On these lines, it would be interesting to include measures of phonological awareness, naming speed or counting, as well as verbal working memory, which are also related to reading and maths skills (Nevo & Breznitz, 2011; Viterbori, Usai, Traverso, & De Franchis, 2015). We should also point out the care taken in interpreting task 3 of the Hearts & Flowers test, used as an indicator of cognitive inhibition, since the ‘purity’ of the test to measure inhibition is debatable (Diamond, Barnett, Thomas, & Munro, 2007). The results would be more conclusive if we had data on non-

attendance rates by school, since school absence is a factor which can potentially modulate cognitive skills and learning. The effect of SEL on the development of EFs and reading and maths skills should also be interpreted with caution, since a global indicator of SEL was used at a school level and not on an individual level, which would take into account aspects such as the mother's level of schooling and intelligence and indicators related to the satisfaction of basic needs. Moreover, the imbalance between the number of schools according to SEL should also be considered.

Future studies could employ longitudinal approaches to reach causal conclusions from a developmental perspective. This would enrich our knowledge of the interaction between EFs and school learning, as well as revealing what happens at other school stages due to the dynamic nature of the relation between the variables (Santa Cruz & Rosas, 2017) and the cognitive demands made in order to carry out reading and maths tasks.

## **El rol de las funciones ejecutivas en la relación entre el nivel socioeconómico y el desarrollo de habilidades lectoras y matemáticas**

Las funciones ejecutivas (FE) son un conjunto de procesos cognitivos que incluyen flexibilidad cognitiva, memoria de trabajo, inhibición cognitiva y conductual, planificación, monitorización y organización de tareas (Diamond, 2013). Las FE son requeridas al realizar una tarea, permitiendo controlar y monitorizar las funciones mentales involucradas para su ejecución (Miyake & Friedman, 2012), considerándoseles como un concepto sombrilla que integra intercorrelacionada las funciones (Miyake et al., 2000). Por lo anterior es crítico conocer cuáles de estos procesos preceden y potencian el desarrollo de los precursores del aprendizaje y por tanto el rendimiento escolar (Best, Miller & Naglieri, 2011). El conocimiento de las FE, especialmente en la edad escolar, permite comprender su papel en contextos de aprendizaje que requieren adaptación y flexibilidad ante situaciones nuevas.

Diversas investigaciones han estudiado FE y su relación con las habilidades lectoras y matemáticas (Lee & Bull, 2016; Mulder, Verhagen, Van der Ven, Slot, & Leseman, 2017; Purpura, Schmitt, & Ganley, 2017). Con respecto a la relación entre las FE y la lectura, la memoria de trabajo es relevante para la decodificación lectora, en tanto requiere mantener las letras por breves períodos de tiempo para leer fluidamente una palabra (Nevo & Breznitz, 2013). También se ha evaluado su rol para la comprensión lectora ya que los déficits en memoria de trabajo explican parte de las dificultades en comprensión (Carretti, Borella, Cornoldi, & De Beni, 2009). Por otra parte, inhibición cognitiva y flexibilidad juegan un papel importante para la ejecución de tareas de velocidad de denominación (van der Sluis, de Jong, & van der Leij, 2004). En este sentido, la recuperación eficaz de las etiquetas fonológicas asociadas a las letras o grupos de letras, está determinada por la habilidad para inhibir los códigos irrelevantes, buscar y recuperar rápidamente respuestas adecuadas (Altemeier, Abbott, & Berninger, 2008).

Con respecto a las matemáticas, las FE son un importante predictor (Blair & Razza, 2007; Bull & Scerif, 2001) diferenciado por el tipo de tarea (Arán Filippetti & Richaud, 2017). Por ejemplo, memoria de trabajo e inhibición correlacionan más con el cálculo mental de sumas y restas, ya que requieren transferir y mantener información para realizar la operación (Gilmore, Keeble, Richardson, & Cragg, 2015; Raghubar, Barnes, & Hecht, 2010). La inhibición, se asocia más con el conteo (Lan, Legare, Ponitz, Li, & Morrison, 2011), porque permite suprimir información distractora. Por su parte, la flexibilidad se asocia más con resolución de problemas matemáticos verbales (Cantin, Gnaedinger,

Gallaway, Hesson-McInnis, & Hund, 2016). Sin embargo, también se dice que sólo la memoria de trabajo, y no la flexibilidad ni la inhibición, predicen el desempeño en matemáticas (Bull & Lee, 2014; Van der Ven, Kroesbergen, Boom, & Leseman, 2012). Este es un punto de controversia en el área, debido a la impureza de la medición de las FE dado su carácter dinámico (Miyake et al., 2000; Van der Ven et al., 2012).

Si bien la evidencia muestra la importancia de las FE para el desarrollo de habilidades lectoras y matemáticas, otras variables, tales como el nivel socioeconómico (NSE), se relacionan con el desarrollo de las FE (Hackman & Farah, 2009; Sarsour et al., 2011). En este sentido, los hijos de madres con menor nivel educacional obtienen puntajes menores en tareas orientadas a la fluidez semántica y fonológica (Ardila et al., 2005) y la evaluación de memoria de trabajo (Farah et al., 2006; Hackman, Gallop, Evans, & Farah, 2015). También se ha encontrado que comparativamente, el desempeño de niños de NSE bajo es menor en tareas de autorregulación que niños de NSE alto (Raver, Blair, & Willoughby, 2013). En el contexto latinoamericano, Ardila y colaboradores (2005), evaluaron a niños colombianos y mexicanos de entre cinco y 14 años, y encontraron que el nivel educativo de los padres es una variable ambiental que podría explicar el desarrollo de las FE. Así también, Lipina y colaboradores, (2013) en una muestra de preescolares argentinos encontró que los participantes de NSE bajo obtuvieron menores puntajes en tareas de memoria de trabajo visual y planificación en comparación a un grupo de NSE alto. Resultados similares son reportados por da Rosa y colaboradores (2016), niños brasileños que asistían a colegios públicos de NSE bajo puntuaron significativamente más bajo que sus pares asistentes a colegios privados en tareas de memoria de trabajo visual e inhibición cognitiva y conductual.

Según datos de la OECD, Chile tiene una de las mayores tasas de pobreza en comparación a otros países miembros, ya que el 23.5% de los niños viven en un hogar con un ingreso menor a la mitad de la mediana nacional (OECD, 2015). También reportan grandes diferencias en privación educativa entre niños de alto y bajo NSE, así como inequidad en el bienestar de los niños en tanto los de NSE alto tienen mejores condiciones materiales y de calidad de vida que los de NSE bajo (OECD, 2015). Esto enfrenta a un contexto en donde desarrollarse en pobreza no solo podría tener efecto en el desarrollo de las FE (Filippetti, 2011; Lipina et al., 2013), sino también en las opciones de calidad educativa, debido a la alta segregación y selección de los estudiantes por parte de los colegios estratificados por NSE (Rosas & Santa Cruz, 2013; Valenzuela, Bellei, & de los Ríos, 2014).

Esta investigación pretende conocer el impacto del NSE en el desarrollo de FE, tales como memoria de trabajo visual, inhibición cognitiva y conductual y flexibilidad, así como el efecto del NSE en el desarrollo de habilidades lectoras y matemáticas en escolares chilenos de primero básico. Además, pretende identificar la magnitud de las relaciones entre las FE y las habilidades lectoras y matemáticas, y determinar si es que las FE pueden mediar la relación entre el NSE y habilidades lectoras y matemáticas. La evaluación de la relación entre estas

variables en primero básico es importante ya que aquí las habilidades lectoras y matemáticas se ejercitan fuertemente y su aprendizaje cubre una porción significativa del currículo escolar. En matemáticas se simboliza y se aprenden operaciones básicas de suma y resta, mientras que la lectura se centra primordialmente en el aprendizaje de las reglas de correspondencia grafema-fonema y habilidades de decodificación. Con respecto a las FE, no se desarrollan al mismo ritmo y unas requieren de las otras. En este sentido, se sabe que FE ‘primarias’ tales como memoria de trabajo e inhibición tienen un desarrollo más temprano para sostener procesos tales como la flexibilidad cognitiva (Santa Cruz & Rosas, 2017). La escolaridad potencia el desarrollo de las FE (Clements, Sarana, & Germeroth, 2016; Diamond, 2016), por lo que es importante saber de qué manera las FE y los aprendizajes escolares se relacionan al inicio de la escolaridad y verificar si es que éstas se relacionan de forma diferenciada por dominio, lector o matemático, o si las relaciones son más bien de dominio general.

## **Método**

### ***Participantes***

Participaron 286 niños (148 niñas) de seis y siete años ( $M = 6.65$ ,  $DS = 0.48$ ) estudiantes de primero básico, que pertenecían a los niveles socioeconómicos (NSE) alto ( $n = 86$ ) y bajo ( $n = 200$ ). Los participantes del NSE alto provienen de un colegio, mientras que los participantes del NSE bajo de seis colegios, todos de la Región Metropolitana de Chile. La inequidad en la cantidad de colegios se explica por las dificultades para acceder a colegios de NSE alto. La caracterización del NSE se hizo en base a los criterios descritos por el ministerio de educación de Chile y el índice de vulnerabilidad escolar. Para el caso del NSE bajo los padres reportan un ingreso mensual que oscila entre los \$332 y los \$500 dólares, tienen entre nueve y 10 años de escolaridad y alrededor del 86% de los estudiantes se encuentran en situación de vulnerabilidad escolar. En el NSE alto los padres tienen más de 16 años de escolaridad, un ingreso económico mayor a \$2,490 dólares mensuales y ningún estudiante en condición de vulnerabilidad escolar (MINEDUC, 2016).

Los participantes fueron contactados a través de sus colegios. Se les pidió a los padres que firmaran un consentimiento informado autorizando su participación y, antes de ser evaluados, los niños dieron verbalmente su asentimiento. El Comité de Ética local validó todos los materiales y procedimientos utilizados para este estudio.

### ***Tareas y procedimiento***

Los participantes fueron evaluados en salas facilitadas por los mismos colegios a los que asisten, con una batería de instrumentos en pantalla táctil diseñados para la exploración de las FE. Las evaluaciones fueron realizadas por evaluadores entrenados en el uso de los instrumentos específicos. Estos instrumentos incluyeron tres pruebas que midieron inhibición conductual, inhibición cognitiva, memoria

de trabajo visual y flexibilidad cognitiva. Además, se aplicaron las subpruebas Fluidez en la lectura y Fluidez en matemáticas de la Batería III Woodcock-Muñoz (Muñoz et al., 2005).

### *Inhibición conductual*

Evaluada a través de la tarea Bzz! Inhibición que es una subprueba del test TENI (Tenorio et al., 2016). Esta tarea está compuesta por dos partes. En la primera parte se observan moscas que están moviéndose por la pantalla y el niño debe tocar con su dedo el mayor número de moscas posible durante un minuto. Luego de esta fase el evaluador le dice al niño que debe salir un momento de la sala y que mientras esté solo no debe jugar. El evaluador sale y deja al niño solo durante cinco minutos, mientras el juego sigue corriendo. Se espera que el niño inhiba la conducta de jugar, a partir de la instrucción dada por el evaluador. En esta tarea el sistema recoge información acerca de si el niño tocó la pantalla y el tiempo que se demoró en tocar. Se utilizó como variable la cantidad de toques que dio el participante a la pantalla durante la segunda fase de la prueba, es decir cuando expresamente se le pidió no tocar la pantalla.

### *Inhibición cognitiva*

Para su evaluación se utilizó el paradigma Hearts and Flowers (H&F), el cual es una tarea experimental desarrollada por Davidson, Amso, Anderson, y Diamond (2006), y es una de las pruebas estandar para evaluar las funciones ejecutivas en niños. En esta tarea se les pide a los niños que cada vez que vean un corazón toquen en el mismo lado de la pantalla en que aparece el corazón, y que cuando vean una flor, deben tocar en el lado opuesto de la pantalla al que aparece la flor. La tarea tiene tres etapas: en la primera etapa (20 ítems) solo aparecen corazones, en la segunda etapa (20 ítems) solo aparecen flores y en la tercera etapa (33 ítems) aparecen flores y corazones. Para el análisis se tomaron como variables dependientes el número de aciertos de la etapa 3 que evalúa la inhibición cognitiva, (Davidson et al., 2006). Las respuestas dadas antes de 200 milisegundos de aparecido el estímulo, se consideran anticipatorias y fueron excluidas de los análisis.

### *Memoria de trabajo visual*

Para su evaluación fue utilizada la subprueba ‘Topo el topo torpe’ de la prueba Test de Evaluación Neuropsicológica Infantil (TENI; Tenorio et al., 2016). Se muestra al sujeto una grilla de  $3 \times 3$  agujeros por donde aparece un topo. El participante tiene que indicar en secuencia directa los agujeros por donde apareció el topo inmediatamente después de la presentación. La prueba tiene un gradiente de dificultad creciente determinado por la cantidad de agujeros por donde aparece el topo y la distancia entre ellos. La variable dependiente es la cantidad de toques correctos.



### *Flexibilidad cognitiva*

Se presentan al participante cuatro figuras geométricas: círculo, triángulo, cuadrado, pentágono; que pueden tener colores y tamaños distintos. La tarea consiste en seleccionar tres figuras que siguen un patrón de característica determinado. Sin embargo, luego de cinco ítems correctos el criterio cambia sin que el participante sea alertado y por lo tanto, se requiere de flexibilidad para dejar de perseverar y buscar otro criterio. Se considera la cantidad de respuestas correctas como la variable de interés de esta prueba.

### *Lectura*

Se utilizó la prueba de Fluidez en la lectura de la Batería — III Woodcock-Muñoz (Muñoz et al., 2005). Los participantes leen frases cortas y responden si son verdaderas o falsas en un tiempo límite de 180 segundos. Por ejemplo, ante el enunciado ‘La mayoría de las manzanas son azules’ el participante tiene que marcar *V* si es que considera que el enunciado es verdadero ó *F* si lo considera falso. Se contabilizaron la cantidad de respuestas correctas como la variable a considerar para los análisis.

### *Matemáticas*

Se utilizó la prueba de Fluidez en la matemática de la Batería — III Woodcock-Muñoz (Muñoz et al., 2005). En esta prueba los participantes deben resolver de manera escrita operaciones matemáticas sencillas (sumas, restas y multiplicaciones de un, dos y tres dígitos) en un tiempo límite de 180 segundos. La variable dependiente es el número de respuestas correctas dentro del límite de tiempo.

### *Análisis de datos*

Para evaluar el efecto del NSE sobre el desarrollo de funciones ejecutivas, lectura y matemáticas se realizaron análisis de varianza (ANOVA) para cada una de las variables dependientes del estudio. Además, se realizaron análisis de correlación de Pearson para identificar la magnitud y el sentido de la relación entre las FE y las medidas de lectura y matemáticas. Finalmente, para evaluar el papel mediador de FE en la relación entre las habilidades de lectura y matemáticas con el NSE, se utilizó la prueba de Sobel-Goodman la cual es un test para la comprobación de hipótesis de mediación. Se estableció un nivel de significancia estadística igual o menor a .05.

## **Resultados**

### ***¿El NSE tiene un efecto sobre las funciones ejecutivas y las habilidades lectoras y matemáticas?***

Para evaluar el efecto del NSE sobre las FE y las habilidades matemáticas y lectoras se realizó un ANOVA (Tabla 1). Luego de verificar que los supuestos de

normalidad y homogeneidad de varianzas se cumplen (test de Levene,  $p > .05$ ), se observa que las diferencias entre las medias son significativas, salvo en el caso de la memoria de trabajo visual, por lo que el NSE tiene efecto sobre la medida de FE y de habilidades de lectura y matemáticas. Consistentemente, las diferencias son a favor del NSE alto quien obtiene mayores puntajes.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos y resultados del ANOVA.

Variable/NSE	NSE Bajo <i>M (DE)</i>	NSE Alto <i>M (DE)</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta_p^2$
Lectura	8.67 (2.33)	13.01 (2.03)	225.019	.000	.441
Matemáticas	8.73 (2.43)	12.87 (2.05)	192.544	.000	.403
Inhib_Conduc	9.65 (6.38)	11.33 (6.22)	4.041	.045	.014
Inhib_Cogn	8.71 (2.72)	12.16 (2.04)	56.018	.000	.308
Flexibilidad	9.35 (3.05)	11.35 (2.37)	28.127	.000	.098
MTV	10.33 (3.56)	9.70 (2.92)	1.973	.161	.007

Nota: Inhib\_Conduc = inhibición conductual; Inhib\_Cogn = inhibición cognitiva; MTV = memoria de trabajo visual

### *¿Cuál es la magnitud de la relación entre funciones ejecutivas y las habilidades lectoras y matemáticas?*

Dado que investigaciones previas han mostrado que las FE son fundamentales para el desarrollo lector y matemático, se llevó a cabo un análisis de correlación de Pearson para determinar la magnitud de la relación entre las FE y las habilidades lectoras y matemáticas y obtener un aproximado de varianza compartida entre las variables (Tabla 2).

Tabla 2. Correlaciones entre las variables.

Variable	1	2	3	4	5
1 Lectura	1				
2 Matemáticas	.673**				
3 Inhib_Conduc	.112	.069			
4 Inhib_Cogn	.563**	.628**	.075		
5 Flexibilidad	.235**	.237**	.022	.239**	
6 MTV	.014	.079	-.009	.140	.082

Nota: Inhib\_Conduc = inhibición conductual; Inhib\_Cogn = inhibición cognitiva; MTV = memoria de trabajo visual; \*\* $p \leq .01$

El análisis de correlación muestra que la inhibición cognitiva y la flexibilidad correlacionan moderada y positivamente con lectura y matemáticas. Además, la flexibilidad presenta correlaciones bajas y positivas con matemáticas y lectura.

### ¿Las funciones ejecutivas median la relación entre NSE y las habilidades de lectura y matemáticas?

Dado que el NSE tiene efecto sobre las FE y el aprendizaje escolar, es válido preguntarse si es que la inhibición y la flexibilidad cognitiva podrían mediar la relación entre el NSE y la lectura y matemáticas. Para ello, se realizó la prueba de Sobel-Goodman (Tabla 3).

Tabla 3. Resultados prueba de Sobel-Goodman.

Lectura					
	NSE y VD <i>B (ET)</i>	NSE y mediador <i>B (ET)</i>	NSE y mediador prediciendo VD <i>B (ET)</i>	Test Sobel-Goodman	<i>p</i>
Flexibilidad		2.01 (.378)	.029 (.050)	0.57	.56
Inhibición		3.45 (.46)	.192 (.078)	2.44	.015
Lectura	6.35 (.48)			13.17	.000
Matemáticas					
Flexibilidad		2.01 (.378)	.032 (.049)	0.65	.52
Inhibición		3.45 (.46)	.358 (.077)	4.14	.000
Matemáticas	.424 (.48)			8.87	.000

Nota: NSE = nivel socioeconómico; *B* = coeficientes no estandarizados; *ET* = error típico coeficientes no estandarizados; VD = variable dependiente

Los resultados de la prueba de Sobel-Goodman muestran que luego de controlar por el efecto del NSE, la inhibición cognitiva es una variable que media parcialmente la relación con el desempeño lector ( $p = .015$ ) y matemático ( $p = .000$ ), ya que la relación directa, entre el NSE y el desempeño lector es significativa y positiva. Para el caso de la flexibilidad cognitiva, la misma prueba muestra que no es una variable mediadora para explicar la relación entre NSE y del desempeño en lectura ( $p = .56$ ) ni matemáticas ( $p = .52$ ).

En síntesis, los resultados sugieren que el NSE podría influir en el desarrollo de las FE y el aprendizaje escolar. Los participantes del NSE alto tienen mejor desempeño en las tareas de flexibilidad, inhibición conductual y cognitiva, lectura y matemáticas. Al analizar la relación entre las FE y aprendizaje escolar, la flexibilidad, y especialmente la inhibición cognitiva, presentan correlaciones con la lectura y las matemáticas. Dado el efecto del NSE en el desarrollo de las FE y del aprendizaje escolar, surge la pregunta acerca del papel de la flexibilidad e inhibición cognitiva como mediadoras de la relación entre el NSE y el aprendizaje escolar. Los resultados muestran que la inhibición cognitiva media parcialmente la relación entre ambas variables, no así la flexibilidad cognitiva.

### Discusión

Esta investigación evaluó el efecto del NSE en el desarrollo de las FE y de habilidades matemáticas y de lectura en escolares chilenos de primero básico. Los

resultados sugieren que el NSE podría tener efecto en el desarrollo de las FE en tanto los niños de NSE alto obtuvieron puntajes más alto que sus pares de NSE bajo en las tareas de flexibilidad, inhibición conductual y cognitiva. Este es un hallazgo similar a otras investigaciones, que reportan que crecer en un entorno de pobreza influye en las FE (Lipina & Colombo, 2009; Raizada & Kishiyama, 2010). Las investigaciones reportan que los niños de NSE bajo obtuvieron menores puntajes que sus pares de NSE alto en tareas de flexibilidad cognitiva (Kiskiyama, Thomas, Jiménez, Perry, & Knight; 2009; Lipina, Martelli, Injoque-Ricle, & Colombo, 2004), inhibición conductual (Evans & Kim, 2013; Ruberry et al., 2016), e inhibición cognitiva (Farah et al., 2006). Con respecto a la ausencia de diferencias significativas en memoria de trabajo visual por NSE, es posible que no se encontraran debido al paradigma de evaluación. En este sentido, ambos grupos lograron techo en la ejecución de la tarea, lo que explica que no existan diferencias de desempeño y bajas correlaciones.

La relación entre NSE y el desarrollo de las FE es compleja. Para algunos autores el estrés causado por la falta de recursos económicos afecta la sensibilidad, los cuidados y responsabilidad de los padres con sus hijos. Como consecuencia, aumentan los niveles de cortisol de los niños que impacta en el desarrollo de las FE (Blair et al., 2011; Blair, Granger, & Razza, 2005). Otros modelos ofrecen una explicación basada en el nivel del ingreso familiar, el cual posibilita la disponibilidad de los recursos económicos para brindar una mejor educación, un ambiente rico en estímulos, así como tiempo y oportunidades de los padres para guiar a sus hijos (Brown, Ackerman, & Moore, 2013; Yeung, Linver, & Brooks-Gunn, 2002). Autores como Hackman et al. (2015), plantean que el nivel escolar de la madre, el ambiente del hogar, y el ingreso familiar per capita influyen el desarrollo de las FE e incluso, mejoras del ingreso económico impactan positivamente en las FE.

Con respecto al desarrollo de habilidades lectoras y matemáticas, el NSE también presentó un efecto significativo, hallazgo que está en línea con otras investigaciones (Escobar & Meneses, 2014; Herbers et al., 2012). En el contexto sudamericano se ha encontrado que los niños de NSE bajo están menos expuestos a impresos y experiencias de lectura compartida (Larraín, Strasser, & Lissi, 2012). Así también, en variables como el vocabulario, los padres de NSE bajo muestran desempeños más bajos, lo que impacta en el desarrollo lector de sus hijos (Coddington, Mistry, & Bailey, 2014).

Si bien el NSE podría influir en el desarrollo de FE y en las habilidades lectoras y matemáticas, ¿Cuál es el papel de las FE para la explicación del desarrollo de estas habilidades? Los resultados muestran que la inhibición cognitiva comparte casi un 32% de varianza con la lectura, mientras que casi un 39% con las habilidades matemáticas. Así también, la medida de flexibilidad comparte un 5% con la lectura y casi un 6% con la matemática. La relación entre inhibición cognitiva y desarrollo lector se explica a partir del papel de la flexibilidad e inhibición cognitiva para la comprensión y fluidez lectora (Colé, Duncan, & Blaye, 2014). Recordemos que el paradigma utilizado para evaluar habilidades lectoras implica fluidez y comprensión, las cuales dadas las características de

transparencia ortográfica del español pueden ser evaluadas en etapas tempranas del desarrollo lector (Seymour, Aro, & Erskine, 2003). Por otro lado, se ha encontrado que el control inhibitorio y la flexibilidad cognitiva son predictivas del desempeño matemático temprano (Clark, Pritchard, & Woodward, 2010).

Los resultados de esta investigación muestran el posible efecto del NSE tanto en las habilidades lectoras y matemáticas como en las FE. Así también, se encontró que la inhibición cognitiva explica una cantidad significativa de varianza de las habilidades lectoras y matemáticas. Por lo tanto, es válido preguntarse si las FE, medidas a través de la inhibición cognitiva y flexibilidad, podrían mediar la relación entre las habilidades matemáticas/lectoras y el NSE. Nuestros resultados muestran que la inhibición es una variable que media parcialmente la relación, pero no la flexibilidad cognitiva. Posiblemente no encontramos este efecto debido a la naturaleza del paradigma utilizado y la edad de los participantes. En este sentido, nuestra tarea puede ser compleja en tanto los participantes tienen que inferir lo correcto o incorrecto de sus respuestas a partir de la retroalimentación del examinador y además, variar la posibilidad de las respuestas a partir de distintos atributos de la forma de los estímulos, tamaños y colores.

Aunque nuestras pruebas para evaluar FE y los grupos etéreos considerados no son iguales, otros estudios reportan resultados generales similares a los nuestros, respecto a que las FE tienen un efecto de mediación entre NSE y desempeño en lectura y matemáticas. Por ejemplo, Corso, Cromley, Sperb, & Salles (2016) en una muestra de niños brasileños de cuarto a sexto básico, reportan que las FE, específicamente memoria de trabajo, atención e inhibición conductual, median la relación entre el NSE y las habilidades de comprensión lectora. Resultados similares son reportados por Dilworth-Bart (2012) quien en una muestra con preescolares reporta que las funciones ejecutivas median la relación entre el NSE y el desempeño en matemáticas. Así también, Fitzpatrick, McKinnon, Blair, y Willoughby (2014), encontraron que las FE continúan prediciendo el desempeño académico luego de controlar el efecto del NSE y además, parcialmente explican la asociación entre el NSE y el rendimiento en matemáticas

Desarrollarse en pobreza implica exponerse con mayor probabilidad a estresores tales como falta de estabilidad y violencia familiar, abuso físico o emocional y privaciones económicas que podrían influir en el desarrollo cognitivo (Guinasso, Jhonson, & Riley, 2016). Si bien factores de deprivación social y económica influyen el desarrollo de las funciones ejecutivas (Ursache, Noble, & Blair, 2015), lectoras y matemáticas (Perry & McConney, 2013); también se espera que la escolarización pudiera compensar sus efectos (Hackman et al., 2015). Para el caso chileno pareciera que no es así, ya que el NSE restringe las oportunidades educativas a las cuales pueden acceder los niños debido a la alta segregación y selección de los colegios (Hernández & Raczynski, 2015; Valenzuela et al., 2014). Es muy probable que un niño de NSE bajo asista a un colegio que no pueda compensar sus dificultades (Rosas & Santa Cruz, 2013; Villalobos & Quaresma, 2015).

Entre las limitaciones se destaca que estos resultados se acotan a escolares chilenos de primero básico y no es posible establecer causalidad entre las variables debido al carácter transversal del estudio. Otra limitación, son las medidas

globales de desempeño lector y matemático que restringen la interpretación de los resultados. En esta línea, sería deseable incluir medidas de conciencia fonológica, velocidad de denominación o conteo, y memoria de trabajo verbal, que guardan relación con las habilidades lectoras y matemáticas (Nevo & Breznitz, 2011; Viterbori, Usai, Traverso, & De Franchis, 2015). También es importante explicitar la cautela en la interpretación de la tarea 3 de la prueba Hearts & Flower utilizada como indicador de inhibición cognitiva en tanto es discutible su carácter de medida ‘pura’ de inhibición (Diamond, Barnett, Thomas, & Munro, 2007). Los resultados serían concluyentes si se contara con el dato de la tasa de ausentismo escolar por colegio, dado que la asistencia escolar es un potencial factor modulador de las habilidades cognitivas y de aprendizaje. El efecto del NSE en el desarrollo de FE, lectura y matemáticas debiera también interpretarse con cautela ya que fue utilizado un indicador global de NSE a nivel de establecimiento escolar y no individuales en donde se consideren aspectos tales como el nivel escolar e intelectual de la madre, indicadores relacionados con la satisfacción de necesidades básicas. Además, el desbalance entre la cantidad de colegios por NSE debe ser considerado.

Futuras investigaciones debieran considerar un abordaje longitudinal para arribar a conclusiones causales desde una perspectiva del desarrollo. Esto enriquecería el conocimiento de la interacción entre las FE y los aprendizajes escolares, además de mirar qué ocurre en otras etapas escolares debido al carácter dinámico de la relación entre las variables (Santa Cruz & Rosas, 2017) y de las demandas cognitivas para la ejecución de tareas lectoras y matemáticas.

### **Acknowledgements / Agradecimientos**

This study has been financed through the Fondecyt 1141083 project: *Efectos de la educación pre-escolar, el nivel socio-económico y el juego sobre el desarrollo de las funciones ejecutivas: Un estudio longitudinal* (‘Effects of preschool education, socio-economic levels and the effect on the development of executive functions: A longitudinal study’). The authors declare that there are no conflicts of interest and that they have gained no benefits or economic interest in relation to the direct application of this study. / *Esta investigación ha sido financiada a través del proyecto Fondecyt 1141083 ‘Efectos de la educación pre-escolar, el nivel socio-económico y el juego sobre el desarrollo de las funciones ejecutivas: Un estudio longitudinal’. Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés, ni beneficio o interés económico que haya derivado de la aplicación directa de esta investigación.*

### **Disclosure statement**

No potential conflict of interest was reported by the authors. / *Los autores no han referido ningún potencial conflicto de interés en relación con este artículo.*

### **ORCID**

José-Pablo Escobar  <http://orcid.org/0000-0001-9749-0285>

Francisco Ceric  <http://orcid.org/0000-0002-5526-3399>

Rodrigo Arroyo  <http://orcid.org/0000-0002-2093-3268>

## References / Referencias

- Altemeier, L. E., Abbott, R. D., & Berninger, V. W. (2008). Executive functions for reading and writing in typical literacy development and dyslexia. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *30*, 588–606.
- Arán Filippetti, V., & Richaud, M. C. (2017). A structural equation modeling of executive functions, IQ and mathematical skills in primary students: Differential effects on number production, mental calculus and arithmetical problems. *Child Neuropsychology*, *23*, 864–888.
- Ardila, A., Rosselli, M., Matute, E., & Guajardo, S. (2005). The influence of the parents' educational level on the development of executive functions. *Developmental Neuropsychology*, *28*, 539–560.
- Best, J. R., Miller, P. H., & Naglieri, J. A. (2011). Relations between executive function and academic achievement from ages 5 to 17 in a large, representative national sample. *Learning and Individual Differences*, *21*, 327–336.
- Blair, C., & Razza, R. P. (2007). Relating effortful control, executive function, and false belief understanding to emerging math and literacy ability in kindergarten. *Child Development*, *78*, 647–663.
- Blair, C., Granger, D. A., Willoughby, M., Mills-Koonce, R., Cox, M., Greenberg, M. T., ... & Fortunato, C. K. (2011). Salivary cortisol mediates effects of poverty and parenting on executive functions in early childhood. *Child Development*, *82*, 1970–1984.
- Blair, C., Granger, D., & Peters Razza, R. (2005). Cortisol reactivity is positively related to executive function in preschool children attending Head Start. *Child Development*, *76*, 554–567.
- Brown, E. D., Ackerman, B. P., & Moore, C. A. (2013). Family adversity and inhibitory control for economically disadvantaged children: preschool relations and associations with school readiness. *Journal of Family Psychology*, *27*, 443.
- Bull, R., & Lee, K. (2014). Executive functioning and mathematics achievement. *Child Development Perspectives*, *8*, 36–41.
- Bull, R., & Scerif, G. (2001). Executive functioning as a predictor of children's mathematics ability: Inhibition, switching, and working memory. *Developmental Neuropsychology*, *19*, 273–293.
- Cantin, R. H., Gnaedinger, E. K., Gallaway, K. C., Hesson-McInnis, M. S., & Hund, A. M. (2016). Executive functioning predicts reading, mathematics, and theory of mind during the elementary years. *Journal of Experimental Child Psychology*, *146*, 66–78.
- Carretti, B., Borella, E., Cornoldi, C., & De Beni, R. (2009). Role of working memory in explaining the performance of individuals with specific reading comprehension difficulties: A meta-analysis. *Learning and Individual Differences*, *19*, 246–251.
- Clark, C. A., Pritchard, V. E., & Woodward, L. J. (2010). Preschool executive functioning abilities predict early mathematics achievement. *Developmental Psychology*, *46*, 1176.
- Clements, D. H., Sarama, J., & Germeroth, C. (2016). Learning executive function and early mathematics: Directions of causal relations. *Early Childhood Research Quarterly*, *36*, 79–90.
- Coddington, C. H., Mistry, R. S., & Bailey, A. L. (2014). Socioeconomic status and receptive vocabulary development: Replication of the parental investment model with Chilean preschoolers and their families. *Early Childhood Research Quarterly*, *29*, 538–549.
- Colé, P., Duncan, L. G., & Blaye, A. (2014). Cognitive flexibility predicts early reading skills. *Frontiers in Psychology*, *5*, 1–8.
- Corso, H. V., Cromley, J. G., Sperb, T., & Salles, J. F. (2016). Modeling the relationship among reading comprehension, intelligence, socioeconomic status, and neuropsychological functions: The mediating role of executive functions. *Psychology & Neuroscience*, *9*, 32.

- da Rosa Piccolo, L., Arteché, A. X., Fonseca, R. P., Grassi-Oliveira, R., & Salles, J. F. (2016). Influence of family socioeconomic status on IQ, language, memory and executive functions of Brazilian children. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, *29*, 1–10.
- Davidson, M. C., Amso, D., Anderson, L. C., & Diamond, A. (2006). Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching. *Neuropsychologia*, *44*, 2037–2078.
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, *64*, 135.
- Diamond, A. (2016). *Why Improving and Assessing Executive Functions Early in Life is Critical*. In J. A. Griffin, P. McCauley, & L. S. Freund (Eds.), *Executive Function in Preschool-Age Children* (First, p. 362). Washington, DC: American Psychological Association.
- Diamond, A., Barnett, W. S., Thomas, J., & Munro, S. (2007). Preschool program improves cognitive control. *Science*, *318*(5855), 1387.
- Dilworth-Bart, J. E. (2012). Does executive function mediate SES and home quality associations with academic readiness? *Early Childhood Research Quarterly*, *27*, 416–425.
- Escobar, J. P., & Meneses, A. (2014). Initial reading predictors in Spanish according to SES: is semi-transparency sufficient to explain performance?/Predictores de la lectura inicial en español según NSE: ¿es suficiente la semi-transparencia para explicar su desempeño?. *Estudios de Psicología*, *35*, 625–635.
- Evans, G. W., & Kim, P. (2013). Childhood poverty, chronic stress, self-regulation, and coping. *Child Development Perspectives*, *7*, 43–48.
- Farah, M. J., Shera, D. M., Savage, J. H., Betancourt, L., Giannetta, J. M., Brodsky, N. L., ... & Hurt, H. (2006). Childhood poverty: Specific associations with neurocognitive development. *Brain Research*, *1110*(1), 166–174.
- Filippetti, V. A. (2011). Funciones ejecutivas en niños escolarizados: efectos de la edad y del estrato socioeconómico. *Avances en Psicología Latinoamericana*, *29*, 98–113.
- Fitzpatrick, C., McKinnon, R. D., Blair, C. B., & Willoughby, M. T. (2014). Do preschool executive function skills explain the school readiness gap between advantaged and disadvantaged children?. *Learning and Instruction*, *30*, 25–31.
- Gilmore, C., Keeble, S., Richardson, S., & Cragg, L. (2015). The role of cognitive inhibition in different components of arithmetic. *ZDM*, *47*, 771–782.
- Guinasso, S. A., Johnson, S. B., & Riley, A. W. (2016). Multiple adverse experiences and child cognitive development. *Pediatric Research*, *79*, 220–226.
- Hackman, D. A., & Farah, M. J. (2009). Socioeconomic status and the developing brain. *Trends in Cognitive Sciences*, *13*, 65–73.
- Hackman, D. A., Gallop, R., Evans, G. W., & Farah, M. J. (2015). Socioeconomic status and executive function: developmental trajectories and mediation. *Developmental Science*, *18*, 686–702.
- Herbers, J. E., Cutuli, J. J., Supkoff, L. M., Heistad, D., Chan, C. K., Hinz, E., & Masten, A. S. (2012). Early reading skills and academic achievement trajectories of students facing poverty, homelessness, and high residential mobility. *Educational Researcher*, *41*, 366–374.
- Hernández, M., & Raczyński, D. (2015). Elección de escuela en Chile: De las dinámicas de distinción y exclusión a la segregación socioeconómica del sistema escolar. *Estudios Pedagógicos (Valdivia)*, *41*, 127–141.
- Kishiyama, M. M., Boyce, W. T., Jimenez, A. M., Perry, L. M., & Knight, R. T. (2009). Socioeconomic disparities affect prefrontal function in children. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *21*, 1106–1115.
- Lan, X., Legare, C. H., Ponitz, C. C., Li, S., & Morrison, F. J. (2011). Investigating the links between the subcomponents of executive function and academic achievement: A



- cross-cultural analysis of Chinese and American preschoolers. *Journal of Experimental Child Psychology*, *108*, 677–692.
- Larraín, A., Strasser, K., & Lissi, M. R. (2012). Lectura compartida de cuentos y aprendizaje de vocabulario en edad preescolar: un estudio de eficacia. *Estudios de Psicología*, *33*, 379–383.
- Lee, K., & Bull, R. (2016). Developmental changes in working memory, updating, and math achievement. *Journal of Educational Psychology*, *108*, 869.
- Lipina, S. J., & Colombo, J. A. (2009). *Poverty and brain development during childhood: An approach from cognitive psychology and neuroscience*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Lipina, S. J., Martelli, M. I., Vuelta, B. L., Injoque-Ricle, I., & Colombo, J. A. (2004). Pobreza y desempeño ejecutivo en alumnos preescolares de la ciudad de Buenos Aires (República Argentina). *Interdisciplinaria*, *21*, 153–193.
- Lipina, S., Segretin, S., Hermida, J., Prats, L., Fracchia, C., Camelo, J. L., & Colombo, J. (2013). Linking childhood poverty and cognition: environmental mediators of non verbal executive control in an Argentine sample. *Developmental Science*, *16*, 697–707.
- MINEDUC. (2016). Agencia calidad de la educación: bases de datos nacionales. Retrieved 4 January 2016, from [www.Agenciaeducación.cl](http://www.Agenciaeducación.cl)
- Miyake, A., & Friedman, N. P. (2012). The nature and organization of individual differences in executive functions four general conclusions. *Current Directions in Psychological Science*, *21*, 8–14.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, *41*, 49–100.
- Mulder, H., Verhagen, J., Van der Ven, S. H., Slot, P. L., & Leseman, P. P. (2017). Early Executive Function at Age Two Predicts Emergent Mathematics and Literacy at Age Five. *Frontiers in Psychology*, *8*, 1706.
- Muñoz, A. F., Woodcock, R. W., McGrew, K. S., & Mather, N. (2005). *Batería III Woodcock-Muñoz: pruebas de habilidades cognitivas*. Itasca, IL: Riverside Publishing Company
- Nevo, E., & Breznitz, Z. (2011). Assessment of working memory components at 6 years of age as predictors of reading achievements a year later. *Journal of Experimental Child Psychology*, *109*, 73–90.
- Nevo, E., & Breznitz, Z. (2013). The development of working memory from kindergarten to first grade in children with different decoding skills. *Journal of Experimental Child Psychology*, *114*, 217–228.
- OECD, (2015). Organization of Economic Co-operation and Development. How’s Life in Chile?. Better Life Initiative. Retrieved from <https://www.oecd.org/..../Better%20Life%20Initiative%20country%20note%20Chile.pdf>
- Perry, L. B., & McConney, A. (2013). School socioeconomic status and student outcomes in reading and mathematics: A comparison of Australia and Canada. *Australian Journal of Education*, *57*, 124–140.
- Purpura, D. J., Schmitt, S. A., & Ganley, C. M. (2017). Foundations of mathematics and literacy: The role of executive functioning components. *Journal of Experimental Child Psychology*, *153*, 15–34.
- Raghubar, K. P., Barnes, M. A., & Hecht, S. A. (2010). Working memory and mathematics: A review of developmental, individual difference, and cognitive approaches. *Learning and Individual Differences*, *20*, 110–122.
- Raizada, R. D., & Kishiyama, M. M. (2010). Effects of socioeconomic status on brain development, and how cognitive neuroscience may contribute to levelling the playing field. *Frontiers in Human Neuroscience*, *4*(3), 1–11.

- Raver, C. C., Blair, C., & Willoughby, M. (2013). Poverty as a predictor of 4-year-olds' executive function: New perspectives on models of differential susceptibility. *Developmental Psychology, 49*, 292–304.
- Rosas, R., & Santa Cruz, C. (2013). *Dime en qué colegio estudiaste y te diré que CI tienes: Radiografía al desigual acceso al capital cognitivo en Chile*. Santiago: Ediciones UC.
- Ruberry, E. J., Lengua, L. J., Crocker, L. H., Bruce, J., Upshaw, M. B., & Sommerville, J. A. (2016). Income, neural executive processes, and preschool children's executive control. *Development and Psychopathology, 29*, 143–154.
- Santa Cruz, C. & Rosas, R. (2017). Cartografía de las funciones ejecutivas. *Estudios de Psicología, 37*, 284–310.
- Sarsour, K., Sheridan, M., Jutte, D., Nuru-Jeter, A., Hinshaw, S., & Boyce, W. T. (2011). Family socioeconomic status and child executive functions: the roles of language, home environment, and single parenthood. *Journal of the International Neuropsychological Society, 17*, 120–132.
- Seymour, P. H., Aro, M., & Erskine, J. M. (2003). Foundation literacy acquisition in European orthographies. *British Journal of Psychology, 94*, 143–174.
- Tenorio, M., Arango, P., Aparicio, A., & Rosas, R. (2016). TENDI: A comprehensive battery for cognitive assessment based on games and technology. *Child Neuropsychology, 22*, 276–291.
- Ursache, A., Noble, K. G., & Blair, C. (2015). Socioeconomic status, subjective social status, and perceived stress: Associations with stress physiology and executive functioning. *Behavioral Medicine, 41*, 145–154.
- Valenzuela, J. P., Bellei, C., & Ríos, D. D. L. (2014). Socioeconomic school segregation in a market-oriented educational system. The case of Chile. *Journal of Education Policy, 29*, 217–241.
- van der Sluis, S., de Jong, P. F., & van der Leij, A. (2004). Inhibition and shifting in children with learning deficits in arithmetic and reading. *Journal of Experimental Child Psychology, 87*, 239–266.
- Van der Ven, S. H., Kroesbergen, E. H., Boom, J., & Leseman, P. P. (2012). The development of executive functions and early mathematics: A dynamic relationship. *British Journal of Educational Psychology, 82*, 100–119.
- Villalobos, C., & Quaresma, M. L. (2015). Sistema escolar chileno: características y consecuencias de un modelo orientado al mercado. *Convergencia, 22*(69), 63–84.
- Viterbori, P., Usai, M. C., Traverso, L., & De Franchis, V. (2015). How preschool executive functioning predicts several aspects of math achievement in Grades 1 and 3: A longitudinal study. *Journal of Experimental Child Psychology, 140*, 38–55.
- Yeung, W. J., Linver, M. R., & Brooks-Gunn, J. (2002). How money matters for young children's development: Parental investment and family processes. *Child Development, 73*, 1861–1879.