

Incidència de les característiques de l'activitat física sobre les funcions executives dins del context escolar. Proposta de recerca

Guillem, Marc¹; García, María²; Berenguer, Alba³; Batalla, Albert⁴; Bueno, David⁵

¹*Departament Didàctiques Aplicades, Facultat d'Educació, Universitat de Barcelona, mguillem@ub.edu*

²*Departament de Psicologia Clínica i Psicobiologia, facultat de Psicologia; Institut de Neurociències, Universitat de Barcelona; Institut de Recerca Sant Joan de Déu, mgarciagalant@ub.edu*

³*Departament de Psicologia Clínica i Psicobiologia, facultat de Psicologia; Institut de Neurociències, Universitat de Barcelona, aberengo7@alumnes.ub.edu*

⁴*Departament Didàctiques Aplicades, Facultat d'Educació, Universitat de Barcelona, abatalla@ub.edu*

⁵*Secció de Genètica Biomèdica, Evolutiva i del Desenvolupament; Departament de Genètica, Microbiologia i Estadística, Universitat de Barcelona, dbueno@ub.edu*

RESUM

Un dels camps que suscita molt interès tant en neurociència cognitiva com també en educació està encaminat a definir la relació entre la motricitat i el desenvolupament de les funcions executives al llarg de la infància.

La voluntat de traslladar els coneixements d'aquest camp d'investigació a l'àmbit educatiu està generant debats transcendentals entre diferents autors sobre aspectes fonamentals com: A) analitzar el paper de la motricitat en la maduració de les Funcions executives; B) Estudiar les característiques pròpies de l'activitat motriu en relació amb les funcions executives; i C) Investigar el paper que juguen les Funcions Executives durant l'aprenentatge.

L'article pretén relacionar ambdós camps de recerca, definir quines són les línies d'investigació on hi poden col·laborar i obrir perspectives on els seus resultats esdevinguin significatius en l'aprenentatge i el desenvolupament dins l'àmbit de l'escola. Pretén, a més, ser útil no només als investigadors sinó també als professionals de l'educació.

PARAULES CLAU

Activitat física, funcions executives, infància, educació física.

ABSTRACT

One of the research fields provoking a lot of interest both in cognitive neuroscience and in education aims to define the relationship between motor skills learning and the development of executive functions, during childhood.

The goal of transferring the benefits of knowledge from this research field into educational practice is generating important debate, such as:

A) Analyzing the role that motor skills play in the maturity of executive functions; B) Studying the specific characteristics of motor activity in relation to executive functions; and C) Investigating the role of executive functions during Physical Education learning.

The article aims to relate the research fields, to define the research lines along which they can collaborate, and to suggest perspectives through which the results can become significant for learning and development in the school environment. Moreover, we expect it to be useful not only for researchers but also for professionals in the educational field.

KEYWORDS

Physical activity, executive functions, childhood, physical education.

Fonamentació teòrica

Determinar la incidència que l'activitat física exerceix en el desenvolupament de l'infant possibilita progressar en la descripció del rol de l'Educació Física dins del context escolar.

És a dir, comprendre quin és el valor que l'aprenentatge mitjançant l'experiència motriu té en relació a l'aprenentatge social, afectiu i cognitiu/reflexiu de l'infant (Crum, 2017). La integració de nous àmbits de recerca, com són la Neurociència cognitiva i del desenvolupament, proporcionen una fonamentació teòrica rellevant per a comprendre el paper significatiu de la motricitat i l'exercici durant el procés d'aprenentatge (Tompsonski, McCullick, Pendleton, & Pesce, 2015), en el desenvolupament de les habilitats cognitives (Davidson, Amso, Anderson, & Diamond, 2006; Gomez-Pinilla & Hillman, 2013) i la seva relació amb el rendiment acadèmic (Best, Miller, & Naglieri, 2011; Donnelly et al., 2016; Tompsonski et al., 2015).

Durant els últims anys, gràcies a l'increment i la diversificació dels estudis, s'observa com nombrosos processos cognitius són presents de forma implícita en la realització d'una activitat física. És a dir, l'impacte que l'activitat física exerceix en la cognició, i viceversa, (Vazou, Pesce, Lakes, & Smiley-Oyen, 2016) s'evidencia durant l'acte motriu gràcies a la presència de requeriments cognitius relacionats amb el processament de la informació, el control executiu, la fluïdesa de la intel·ligència i/o l'atenció. En aquest sentit, els principals estudis s'han centrat en la descripció i comprensió de la relació entre activitat física i els processos atencionals (Best, Nagamatsu, & Liu-Ambrose, 2014; Chaddock, Pontifex, Hillman, & Kramer, 2011; Horvat et al., 2016; Koziol & Lutz, 2013; Pesce, Croce, et al., 2016; Stillman, Cohen, Lehman, & Erickson, 2016; Vazou et al., 2016; Voelcker-Rehage, Niemann, Hübner, Godde, & Winneke, 2016), emocionals (Diamond, 2013; Etnier & Chang, 2009; Gomez-Pinilla & Hillman, 2013; Sommerville J. A. & Decety J., 2006) i/o socials (Jeannerod, 2003; Morsella, Bargh, & Gollwitzer, 2009; Sommerville J. A. & Decety J., 2006).

Tots aquests estudis comparteixen una mateixa perspectiva, des de l'àmbit motriu, i la seva visió es correspon a la descrita per Diamond & Ling (2016): determinar-ne la seva responsabilitat en el desenvolupament de les habilitats cognitives significa posar el focus en com incideixen en la millora de les funcions executives. Tenint en compte que incidir-hi significa accelerar el seu desenvolupament, aturar o frenar el seu declivi o compensar els dèficits.

Les funcions executives o control cognitiu (Diamond, 2013) ens permeten mantenir, manipular i utilitzar la informació (la memòria de treball), possibiliten un comportament adequat mitjançant l'autoregulació i l'autocontrol (el control inhibitori) i habiliten l'adaptació ràpida i flexible a l'entorn canviant (la flexibilitat cognitiva) (Davidson et al., 2006). Les funcions executives fan possible, des de la primera infància, evitar distraccions, no realitzar respostes inadequades o alternar entre diferents tasques (Best et al., 2011).

Dins del context escolar, per tal de definir quin paper juga l'activitat física organitzada en relació al rendiment cognitiu durant la infància, també es posa el focus, principalment, en les àrees d'atenció, llenguatge, pensament, aprenentatge i la memòria; on s'ha observat resultats que suggereixen l'efecte positiu en funcions emocionals i cognitives (Bidzan-Bluma & Lipowska, 2018). Totes aquestes habilitats cognitives estan íntimament relacionades amb la preparació escolar (Vitiello & Greenfield, 2017), on hi és clau la maduració del control executiu al llarg del desenvolupament de l'infant (Diamond, 2013). Alhora, altres aspectes maduratius, també relacionats amb l'èxit dins del context escolar, com són la flexibilitat, l'èxit creatiu (success-creativity), l'autocontrol i la disciplina, s'hi observa el protagonisme de les funcions executives (Diamond & Lee, 2011).

La recerca des de la perspectiva motriu coincideix en descriure la correlació que les funcions executives mantenen amb el rendiment escolar i la conseqüent millora competencial global en matemàtiques, principalment, i lectura (Best et al., 2011). Per exemple, la maduració del control motor necessari per a la realització de tasques de motricitat fina esdevenen predictores de rendiment en habilitats matemàtiques i de lectura durant la infància (Pitchford, Papini, Outhwaite, & Gulliford, 2016).

En sentit contrari, cal tenir present els efectes pertorbadors, com és l'estrès, que perjudiquen el rendiment de les funcions executives, i que poden ser regulats mitjançant l'activitat física habitual. Així, doncs, els beneficis produïts per l'activitat física en benestar emocional, social

i de salut poden tenir una incidència tant significativa com els desafiaments cognitius en el desenvolupament de les funcions executives (Diamond & Ling, 2016).

Orientacions sobre els Estudis d'activitat motriu i cognició.

Les revisions més significatives sobre els estudis que relacionen l'activitat física i les funcions executives evidencien diferències significatives metodològiques. Aquesta diversitat ve condicionada segons el context de l'activitat, el focus d'observació dels efectes produïts, les teories explicatives generades i les diferents perspectives de recerca que les habiliten (Best, 2010; de Greeff et al., 2018; Diamond & Ling, 2016; Hillman, McAuley, Erickson, Liu-Ambrose, & Kramer, 2018; Singh et al., 2018; van der Fels et al., 2015; Vazou et al., 2016). Tot i això, totes elles justifiquen els efectes de l'activitat física sobre les funcions executives durant la infància a partir de la descripció dels canvis fisiològics que l'exercici produeix en el cervell, de les demandes cognitives inherents l'exercici d'acord amb les seves característiques d'intencionalitat i control, i/o dels requeriments cognitius propis del control de les habilitats motrius complexes (Best & Miller, 2010; Vazou et al., 2016).

En relació als canvis que es produeixen en el cervell, els efectes de l'activitat motriu sobre les funcions executives provoquen canvis fisiològics a nivell neuroquímic, a partir de l'augment de neurotransmissors específics (com la dopamina i noradrenalina) i la regulació de factors de creixement i neurotrofines (p.ex. BDNF) (Chaddock-Heyman et al., 2013; Etnier & Chang, 2009; Hillman, Erickson, & Kramer, 2008), l'angiogènesi i neurogènesi (de Greeff et al., 2018), l'augment del flux sanguini cerebral i l'arribada d'oxigen, l'activació de l'escorça prefrontal i canvis estructurals en l'hipocamp i cerebel (Best & Miller, 2010; Gomez-Pinilla & Hillman, 2013).

Aquesta, l'anàlisi dels canvis fisiològics que l'activitat física causa al cervell, és la perspectiva de recerca més emprada en la investigació empírica, i amb una fonamentació teòrica amb més recorregut. Per exemple, la fonamentació teòrica que exposa THE CARDIOVASCULAR FITNESS HYPOTHESIS (North, McCullagh, & Tran, 1990) realitza una primerenca descripció de la relació entre els beneficis de l'activitat física regular i els guanys sobre el rendiment cognitiu. Aquesta hipòtesi, gràcies a la solidesa de les evidències que s'hi descriuen, en la relació causal entre l'activitat física regular i la cognició, es mostra sòlida en les discussions de recerques posteriors (Chaddock et al., 2011); tot i això, és necessari tenir en compte que genera un argumentari incomplet (Etnier, Nowell, Landers, & Sibley, 2006). En ella s'hi obvia l'anàlisi d'alguns factors determinants de l'activitat física que poden tenir incidència en la cognició (Best & Miller, 2010), com són els requeriments cognitius implícits a les característiques de l'activitat motriu. No està suficientment definides les característiques de l'activitat física que determinen el guany cognitiu, ni està prou clar quin és el rol d'un requeriment cognitiu durant l'acte motor per tal que incideixi en la millora de les funcions executives dels infants (Schmidt et al., 2015).

D'acord amb l'objectiu de no menystenir aquests elements, existeixen estudis on es correlaciona els nivells d'esforç cognitiu i d'esforç físic (Schmidt et al., 2015). En ells es descriu la necessitat d'un elevat compromís cognitiu durant l'activitat física per a que aquest comporti un benefici cognitiu (Crova et al., 2014; Pesce et al., 2013), com es desenvolupa en THE COGNITIVE STIMULATION HYPOTHESIS (Egger, Benzing, Conzelmann, & Schmidt, 2019).

Alhora, és necessari tenir en compte la incidència del context en el desenvolupament de les funcions executives. THE CONTEXTUAL-INTERFERENCE EFFECT HYPOTHESIS, proporciona un marc per a la fonamentació del requeriment cognitiu per a comparar l'impacte dels mètodes qualitius vers els quantitius, enfrontant pràctiques estables i repetitives amb pràctiques imprevisibles i aleatòries, relacionant les característiques de la tasca i de l'entorn (Tompsonski et al., 2015). El context de pràctica evidencia que no totes les formes d'activitat física mostren el mateix efecte sobre les funcions executives, sinó que van condicionades

amb el grau de complexitat, control i adaptabilitat per a l'execució de la tasca (Diamond & Lee, 2011; Pesce et al., 2016).

L'aparició d'aquests diversos marcs teòrics ha anat acompanyada d'una evolució des d'una visió únicament quantitativa de la dosi-resposta, en l'estudi dels efectes de l'exercici en la cognició, fins a la incorporació d'una visió qualitativa sobre les demandes presents en les tasques motrius (Best, 2010; Pesce, 2012; Pesce, Masci, et al., 2016). Tot i això, actualment, distingir entre les característiques qualitatives i quantitatives de la tasca, i els seus corresponents efectes sobre els recursos neurals que determinen el rendiment cognitiu i acadèmic (Singh et al., 2018), esdevé un dels principals focus de discrepància entre els autors. Això provoca la diferenciació entre estudis que prioritzen la descripció de la importància de la demanda cognitiva en l'activitat física per a la millora de les funcions executives des de una perspectiva qualitativa (Diamond & Ling, 2016) i els que, a manca d'una major consistència teòrica d'aquesta, aprofundeixen en els efectes quantitius implícits en l'activitat motriu (Hillman et al., 2008, 2018).

Tot i l'estat de la qüestió, des d'un punt de vista global, i especialment pensant en l'aplicació pràctica per part dels professionals de l'educació, ambdues perspectives aporten un coneixement complementari de la relació entre cognició i motricitat. Alhora, ens permeten descriure quins són els condicionants que impliquen que la pràctica d'activitat física, amb o sense desafiament cognitiu explícit associat, pot incidir en el rendiment cognitiu:

1. Quan s'observen beneficis emocionals com a resultat de la interacció social, d'uns millors hàbits alimentaris i de descans (Moreau, Morrison, & Conway, 2015; Pesce et al., 2013). També, en sentit contrari, l'acompliment d'un programa regular d'entrenament necessita d'un alt grau de fidelització mitjançant l'autodisciplina, on hi juguen un paper clau les Funcions Executives (Diamond & Ling, 2016).
2. Quan en l'aprenentatge o execució d'una tasca és necessària la reflexió, concentració, resolució de problemes, memòria de treball i/o control inhibitori, s'observa incidència sobre les funcions executives (Diamond & Ling, 2016).
3. Quan s'analitza les característiques qualitatives pròpies d'una activitat física. Aquestes, descrites en diferents programes d'intervenció, es refereixen a les habilitats coordinatives, l'equilibri, el ritme, l'organització espacial, les seqüències motrius, la complexitat cognitiva de la tasca motriu, les estratègies d'adaptació al context i als aspectes emocionals (C. et al., 2013; Crova et al., 2014; Diamond & Ling, 2016; Fernandes et al., 2016; Horvat et al., 2016; Pesce, 2012; Pesce, Masci, et al., 2016; Tomporowski et al., 2015). També és necessari tenir en compte el nivell d'habilitat i esforç requerit en l'execució de la tasca proposada, ja pot implicar diferents nivells d'atenció sostinguda i intensitat (Vazou et al., 2016); factors que tenen una especial incidència durant el procés d'aprenentatge (Tomporowski et al., 2015).
Un exemple són les tasques amb habilitats coordinatives o preceptiva-motrius, on s'ha observat un major impacte sobre les funcions executives, determinat per les seves característiques, en relació a un exercici aeròbic (Pesce, Croce, et al., 2016; Schmidt et al., 2015).
4. Quan existeix un esforç cognitiu, i concretament una alta dosi d'atenció, s'impliquen els mecanismes propis del processament de la informació (Chaddock-Heyman et al., 2013; Hillman et al., 2008). El compromís cognitiu s'incrementa en activitats motrius amb alt requeriment cognitiu (Tomporowski et al., 2015). Aquests mostren un major efecte sobre el desenvolupament de les funcions executives respecte a activitats físiques aeròbiques, que, tot i mostrar efectes beneficiosos, els requeriments hi són menors (de Greeff et al., 2018). És quan les demandes de les funcions executives per a la resolució són més elevades i en les condicions de tasca incrementen la dificultat quan s'aprecien millores significatives (Davis et al., 2011). Per alguns autors, és necessari determinar si hi ha una correlació entre més requeriment cognitiu de l'exercici i un major rendiment cognitiu i acadèmic (Singh et al., 2018), i si aquesta correlació respon a la diferenciació entre un acte conscient ("mindful") o no conscient

“mindless”) (Diamond & Ling, 2016). Per altres autors, en canvi, la discussió entre activitat motriu conscient i no conscient és inconsistent, ja que no és possible aïllar l'activitat física perquè no existeixi un pensament deliberat; i tampoc sostenir-ho en la manca de record dels pensaments realitzats durant l'activitat física i, en tot cas, no existeixen suficients evidències des de la recerca empírica sobre el paper de l'activitat física conscient a l'hora de millorar o dificultar el control executiu (Hillman et al., 2018).

5. Quan implica a les funcions metacognitives, que permeten la millora de la capacitat de regular el propi comportament i la comprensió del propi coneixement (Tompsonski et al., 2015). Aquestes, que són necessàries per a la planificació i l'expressió creativa, tenen incidència en tots els tipus d'activitats motrius, i permeten descriure part de la participació cognitiva (Vazou et al., 2016). És un altre aspecte on és necessari un major aprofundiment en la recerca d'aquesta relació entre motricitat i cognició durant la infància (Álvarez-Bueno et al., 2016; Tomporowski et al., 2015). La metacognició esdevé un mecanisme relacionat amb les funcions executives especialment significatiu en l'àmbit escolar, ja que permet controlar el rendiment i ajustar el comportament (Davidson et al., 2006).

Aproximació al context educatiu

Des de la perspectiva educativa, més enllà dels efectes de l'activitat física “per se”, l'interès es centra en els efectes de l'activitat física regulada i adaptada al Currículum amb un control dels descansos, la freqüència, la intensitat, la gestió del professor d'Educació Física i la intervenció en lliçons acadèmiques actives sobre el rendiment acadèmic o cognitiu (Singh et al., 2018).

En aquest sentit, i en referència al desenvolupament d'habilitats executives, existeixen diversos conceptes claus que es prioritzen en la recerca dins del context escolar i que, actualment, mostren qüestions essencials a resoldre:

El primer concepte és la transferència. La especificitat de l'efecte de millora de les funcions executives d'una tasca i la transferència del seu efecte entre tasques. El principal condicionant és el nivell de desenvolupament d'una funció executiva per a la realització d'una tasca cognitiva o física, ja que la seva formació prèvia determinarà la possibilitat de transferència (Diamond & Ling, 2016). Però la millora i la transferència només es produeix a partir de la pràctica específica: millorem les habilitats que practiquem. Només així podem transferir-les a altres contextos on són necessàries aquestes habilitats: es millora el que es practica, però no es transfereix la millora, sinó l'habilitat apresada. La recerca ha de demostrar l'obtenció de beneficis generalitzats a partir de la pràctica de diferents habilitats, involucrar diferents recursos, intercalar diferents reptes i/o alterar el context (Diamond & Ling, 2016; Moreau et al., 2015; Oswald, Gunzelmann, Rupperecht, & Hagen, 2006).

El segon concepte és la retenció dels beneficis obtinguts dintre de les intervencions cognitives basades en l'activitat física (Diamond & Ling, 2016). Aquests, fruit del desafiament de les funcions executives mitjançant l'activitat motriu, pot durar mesos i anys (Diamond & Ling, 2016), però disminueixen un cop finalitzat el període d'intervenció motriu. La incidència de la càrrega d'intervenció en relació a obtenir millors resultats de les funcions executives ha de tenir en compte la durada del programa d'entrenament (Masley, Roetzheim, & Gualtieri, 2009), la durada de la sessió d'entrenament (Davis et al., 2011), la freqüència d'intervenció (Liu-Ambrose, Nagamatsu, Voss, Khan, & Handy, 2012) i la intensitat de l'activitat (Chang, Labban, Gapin, & Etnier, 2012b).

El tercer concepte és el control dels requeriments provocats pel context i la seva gestió. Els resultats d'unes habilitats motrius enriquides ambientalment generen beneficis cognitius (Pesce, Croce, et al., 2016). Les experiències d'activitat física centrades en la variabilitat del context de la pràctica que uneixen reptes coordinatius i cognitius d'una manera lúdica actuen com a un enriquiment ambiental que beneficia les funcions executives dels infants. Per exemple, atenent al context de la pràctica i els factors que poden tenir-hi influència,

s'ha determinat la incidència positiva del joc a l'exterior (Pesce, Masci, et al., 2016). Tot i l'evidència que totes les formes d'activitat física generen benefici, en la seva corresponent mesura, manquen pràctiques en situacions reals que mostrin l'impacte en un context ecològic de l'infant (Kriemler et al., 2011). Resultant d'un context enriquit d'educació física es generen propostes didàctiques basades en el joc intencionat i els reptes coordinatius amb incidència significativa en la relació entre motricitat i cognició, on l'exploració i la diversió són fonamentals per al seu desenvolupament (Pesce, Masci, et al., 2016), igual que la participació proactiva de l'infant (MacNamara, Collins, & Giblin, 2015).

El quart és la durada de la intervenció. És a dir, més enllà de les característiques de l'activitat física, la durada del programa d'intervenció condiona l'efecte, mostrant més probabilitats de millora de les funcions executives i el rendiment acadèmic resultat d'una activitat física regular continuada durant diverses setmanes respecte a intervencions úniques (de Greeff et al., 2018). Actualment, s'està comparant la incidència de diferents intervencions d'activitat de característiques diferents; per exemple, exercici aeròbic i habilitats motrius amb i sense compromís cognitiu (Vazou et al., 2016), jocs d'equip i exercici aeròbic (Schmidt et al., 2015), la millora coordinativa motriu tenint en compte diferents estratègies d'aprenentatge (Pesce, Masci, et al., 2016), intervencions d'exercici regular (chronic exercise) i intervencions d'exercici únics (acute exercise) (Pesce, 2012) o els efectes de combinar continguts acadèmics amb la pràctica d'activitat motriu (Kibbe et al., 2011; Singh et al., 2018).

El cinquè concepte, que adquireix especial rellevància dins del context escolar, és el paper del mestre. És un factor determinant més enllà del control que exerceix dels diversos tipus d'intervencions motrius, dels components i de les característiques de l'activitat física. El mestre d'educació física és clau en el procés d'ensenyament-aprenentatge (Crum, 2017) i les característiques de la seva intervenció dona valor a la incidència de les activitats motrius en el desenvolupament de les habilitats cognitives (Norris, Shelton, Dunsmuir, Duke-Williams, & Stamatakis, 2015; Pesce, Masci, et al., 2016; Seljebotn et al., 2019).

Intervencions per a l'estudi des del context escolar

Existeixen diverses propostes d'intervenció amb infants, dintre del seu context escolar i extraescolar, on s'hi estudien aquests efectes. En ells es veuen contemplats les diverses perspectives i tipus d'intervenció per a l'estudi de la relació entre activitat física, cognició i rendiment acadèmic. Propostes didàctiques com els jocs d'equip repton les habilitats cognitives mitjançant l'execució de seqüències de moviments complexes, fixar patrons motors, treballar mentalment la informació, processar diferents estímuls en temps real, interaccionar amb persones, anticipar decisions (especialment en esports amb pilota, on s'ha d'ubicar i entendre trajectòries), predir noves situacions, inhibir distraccions, adaptar-se a les situacions canviants del joc o tornar a plans establerts, avaluar, respondre, mostrar flexibilitat en la resposta; totes elles desafien els nivells d'assoliment de les funcions executives (Diamond & Ling, 2016).

Tots aquests elements també apareixen en les recerques que utilitzen programes d'intervenció estandarditzats. Exemples significatius són els que l'enfocament prové des del l'entrenament basat en l'activitat física aeròbica com FITkids® (Hillman et al., 2014), els que l'activitat física entra a l'aula per a reforçar els aprenentatges acadèmics i el comportament com TAKE10!® (Hillman et al., 2014; Kibbe et al., 2011), els estudis que plantegen diferents tipus d'activitat física com "Boost your brain" (Egger et al., 2019) i/o en els que es diferencia els moments d'intervenció dins de la jornada escolar i comparen l'efecte com "LCoMotion" (Bugge et al., 2014; Tarp et al., 2016). Aquests, sovint, comparen els seus efectes amb programes d'entrenament específic de les funcions executives per a infants amb suport informàtic, com és Cogmed© (Diamond, 2013; Diamond & Lee, 2011; Diamond & Ling, 2016).

Proposta de recerca

La recerca respon a la voluntat d'aproximar l'aplicació en el context educatiu dels coneixements actuals en la relació entre motricitat i el desenvolupament de les funcions executives. Aquestes,

que provenen d'altres disciplines científiques i paradigmes metodològics no habitual en la recerca dins de l'àmbit educatiu, estan condicionades per la necessitat d'un major volum de recerca, una posterior interrelació entre àmbits de coneixement i, especialment, d'estudis realitzats amb intervencions on es respecti la dinàmica de l'infant en un marc ecològic, dins del context escolar.

Objectius

Determinar la incidència de les activitats físiques amb requeriments cognitius en el desenvolupament de les funcions executives.

Comparar la incidència de les activitats físiques segons les seves característiques de les tasques en el desenvolupament de les funcions executives.

Analitzar les correlacions entre les diferents tipus d'activitats físiques i les diferents Funcions Executives avaluades.

Aproximar la recerca a l'obtenció de dades en context real sobre la vinculació de l'activitat física i desenvolupament de les Funcions Executives.

Disseny

Aquesta recerca està inscrita dintre d'un paradigma quantitatiu on s'elabora un disseny quasi experimental. Mitjançant la comparativa de tres grups experimentals, dos grups on les característiques de les activitats físiques estan diferenciades i un tercer grup control que segueix, on s'avalua l'efecte de les diferents intervencions d'activitats físiques de característiques diferenciades sobre les Funcions Executives.

Cal incidir que, tot i ser una recerca quantitativa, el nostre plantejament es complementa amb un enfocament ecològic; ja que l'aplicació del procediment de recerca a la realitat específica del centre educatiu. És a dir, les característiques de la recerca responen a la voluntat d'avaluar les intervencions sense alteració del context escolar, tal com s'ha justificat en la fonamentació teòrica.

Participants

Es selecciona un centre educatiu concertat d'Educació Primària de la ciutat de Barcelona d'acord amb les característiques representatives determinades pels resultats en les proves de competències bàsiques, es pren com a referència la mitja de resultats anuals anteriors, i que l'estructura del centre permet realitzar els tres grups d'intervenció sense alterar el funcionament escolar de l'alumnat.

Es demanarà el consentiment a les famílies per a la participació en la investigació d'acord amb els criteris i protocols relacionats amb la correcció ètica de la recerca.

L'adjudicació dels diferents tipus d'intervenció es realitza de forma aleatòria respectant els grups classe. D'aquesta manera es dona valor ecològic a la recerca, ja que es respecte el context escolar. Cada grup estarà format pels 25 alumnes de 6è curs (11-12 anys), respectant l'organització dels tres grups-classe del centre escolar i amb la voluntat de no alterar la seva dinàmica. El total d'alumnes participants serà de 75

Per a la caracterització de la mostra les famílies dels infants participants respondran a un qüestionari, previ l'inici del període d'intervenció. Aquest possibilita la detecció de possibles trastorns mentals o del desenvolupament, discapacitats, el consum de fàrmacs o la participació en activitats extraescolars que puguin alterar la pràctica de les activitats físiques proposades o els resultats dels diferents tests proposats. La detecció de possibles trastorns i la valoració de l'exclusió d'alumnes en el registre dels resultats es realitzarà per part de l'equip d'experts en neuropsicologia infantil. En cap cas s'alterarà el grup durant la realització de les intervencions.

Instruments

Per a la recerca s'utilitzaran diferents instruments, aquests es portaran a terme per psicòlegs especialistes en l'avaluació neuropsicològica infantil, col·laboradors de la investigació:

En relació a la validació d'una càrrega física similar entre les diferents intervencions (amb requeriments cognitius, sense requeriments cognitius i la intervenció del professor d'Educació Física del centre escolar sense alterar la programació de l'assignatura), s'utilitzarà el control de la freqüència cardíaca mitjançant l'ús dispositiu telemètrics i l'escala subjectiva de Born (1982) per a valorar la percepció de la intensitat d'esforç.

L'avaluació de les funcions executives es portarà a terme per dues expertes del grup de neuropsicologia de la facultat de Psicologia de la Universitat de Barcelona. Els instruments utilitzats avaluar cada domini seran: el subtest de dígit i subtest de fluències de la bateria d'escala de la intel·ligència de Wechsler per a nens-V (Wechsler, 2014), Trail Making Test per a infants part A i B (TMT), el test de STROOP i la Torre de HANOI (Rossellini et al., 2010). També es realitzarà l'avaluació de les implicacions conductuals de les funcions executives mitjançant el test BRIEF-2 (Maldonado et al., 2017).

Els instruments utilitzats per avaluar cada domini seran: subtest de dígit directe de l'escala Wechsler d'intel·ligència per a nens/es (WISC-V; Wechsler, 2014), Trail Making Test per a infants part A i B, test de STROOP, subtest de fluències verbal de la bateria d'Avaluació Neuropsicològica del Desenvolupament (NEPSY-II; Korkman, Kirk y Kemp, 2014) y la Torre de HANOI (Rossellini et al., 2010). També es realitzarà l'avaluació de les implicacions conductuals de les funcions executives mitjançant el test BRIEF-2 (Maldonado et al., 2017).

A nivell de rendiment escolar s'utilitzaran els resultats de les proves de competències bàsiques. Aquesta és una prova externa que elabora i organitza el Consell Superior d'Avaluació del Sistema Educatiu, amb col·laboració amb la Inspecció d'Educació, del Departament d'Educació de la Generalitat de Catalunya.

Procediments

El projecte d'investigació consta de 3 fases:

Línia base o Fase d'avaluació inicial; on es realitzaran els Qüestionaris i les autoritzacions prèvies amb les famílies dels participants, i el Grup de Neuropsicologia portarà a terme els pre-test d'avaluació de les Funcions Executives (BRIEF-2, subtest de control de dígit, subtest de fluència verbal; Test TMT, test de STROOP i torre de HANOI).

Fase de tractament; té una durada de 9 setmanes (en un total de 18 sessions; 2 sessions per setmana), es realitzaran les tres intervencions (el Grup d'intervenció realitzarà dues intervencions: activitat física amb requeriments cognitius i activitat física sense requeriments cognitius; i el professor d'Educació Física del centre escolar: activitat física sense alterar la programació de l'assignatura). Cadascun dels programes d'intervenció estaran validats per un grup d'experts.

Durant la seva realització es registrarà les diferents sessions en vídeo (observació indirecta necessària per a la valoració de l'escala de Borg).

Fase d'avaluació final; els alumnes realitzaran les proves de Competències Bàsiques, d'acord amb el calendari del Departament d'Educació de la Generalitat de Catalunya, i el Grup de Neuropsicologia portarà a terme els post-test d'avaluació de les Funcions Executives (BRIEF-2, subtest de control de dígit i subtest de fluència verbal; Test TMT, test de STROOP i torre de HANOI).

Durant la fase de tractament: les característiques de la intervenció.

Les tasques que els nens/es realitzen al llarg del programa d'intervenció s'han corresponen amb els propis processos on les funcions executives on hi estan involucrades (Carmona i Moreno; vist a Rodellar, 2013). És a dir, on hi existeix: La simulació de la conducta i capacitat

de fixar objectius; la planificació, coordinació i posada en marxa de les accions necessàries per a l'assoliment d'un objectiu planificat (memòria de treball i atenció sostinguda); el manteniment d'objectius durant la tasca; la inhibició de distractors (capacitat d'inhibició); compaginar el processament sensorial, els recursos cognitius i la realització d'accions per a l'assoliment de diferents objectius (atenció dividida); i el seguiment de resultats i l'adaptació als errors.

Per tal que aquestes funcions cognitives estiguin presents, i esdevinguin requeriments de les pròpies tasques motrius, han d'estar caracteritzades en que l'èxit es condicioni per (Van der Fels et al., 2015): Un control en l'inici i la finalització de les accions a realitzar, l'existència de canvis de conductes durant la participació de la tasca, que es requereixi de la planificació de futures accions, que sigui necessari anticipar les conseqüències dels seus actes i l'adaptació a situacions canviants i que existeixi la conceptualització i el pensament abstracte.

Per tant, el disseny d'aquestes tasques ha de contemplar el nivell d'incertesa, l'augment comprensiu de la complexitat perceptiva i l'ús d'estratègies per al desenvolupament de la inhibició (Alarcón et al., 2017). Aquestes es corresponen amb l'ús d'estratègies que ho provoquen (Cárdenas, 2015): la manipulació del numero d'alternatives, l'aparició aleatòria dels estímuls a atendre, l'augment del nombre i velocitats dels estímuls presents, alterar el temps d'exposició a l'estímul i de resolució, situacions d'inferioritat numèrica, d'aparició de handicaps, de fatiga mental i física, i la presència d'elements distractors

Expectatives de resultats

Per a procedir a l'anàlisi i tractament dels resultats obtinguts (les puntuacions dels instruments es corregiran segons barems estandarditzats corregits per edat i sexe en comparació amb la població general) s'aplicaran les proves estadístiques adequades, d'acord amb les característiques de les dades obtingudes.

En la realització de la proposta metodològica de la recerca s'és conscient que és una proposta estranya, on els mètodes quantitius, com és el disseny quasi experimental, s'aplicaran dins d'un marc ecològic. L'equip de recerca assumeix la manca de validesa externa, i la dificultat d'extrapolar els resultats, a canvi de tenir en compte el context (element essencial en la recerca dins de l'àmbit educatiu. La perspectiva de la recerca, dins d'un proposta metodològica condicionada respon a una aposta metodològica. En cap cas pot alterar un tractament escrupolós per part de l'equip de recerca. L'aproximació a la recerca científica dins del context escolar, condicionada per l'increment de possibles biaixos, dificulta l'establiment de relacions causals dels resultats; però permet aproximar-nos a un dels objectius propis d'aquest àmbit de recerca: la seva aplicació metodològica.

Aquesta recerca pretén complementar recerques primerenques on pràctiques educatives que determinades per la combinació de les seves pròpies característiques inherents, com la Dansa, les arts escèniques, el circ i els esports d'equip, poden millorar les funcions executives (Diamond & Lee, 2011; Diamond & Ling, 2016). Alhora, vol resoldre la d'estudis específics sobre la validesa de les intervencions dintre el context escolar (Vazou et al., 2016).

Aquest tipus de recerca ha de permetre que, des de l'àmbit educatiu, s'apliquin tots aquests coneixements que provenen d'altres camps de recerca. Tenint en compte aquestes aportacions i els antecedents que l'aplicació de noves metodologies basades en aprenentatges motors enriquits incideixin en el desenvolupament cognitiu (Pesce, Masci, et al., 2016) i la millora del rendiment acadèmic (Beck et al., 2016).

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

Alarcón, F., Ureña, N., Castillo, A., Martín, D., & Cárdenas, D. (2017). Las funciones ejecutivas como predictoras del nivel de pericia en jugadoras de baloncesto. *Revista de Psicología Del Deporte*, 26, 71–74.

- Aadland, K. N., Moe, V. F., Aadland, E., Anderssen, S. A., Resaland, G. K., and Ommundsen, Y. (2017). Relationships between physical activity, sedentary time, aerobic fitness, motor skills and executive function and academic performance in children. *Mental Health and Physical Activity*.
- Álvarez-Bueno, C., Pesce, C., Cavero-Redondo, I., Sánchez-López, M., Pardo-Guijarro, M. J., and Martínez-Vizcaíno, V. (2016). Association of physical activity with cognition, metacognition and academic performance in children and adolescents: A protocol for systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*.
- Beck, M. M., Lind, R. R., Geertsen, S. S., Ritz, C., Lundbye-Jensen, J., and Wienecke, J. (2016). Motor-Enriched Learning Activities Can Improve Mathematical Performance in Preadolescent Children. *Frontiers in Human Neuroscience*, 10, 645.
- Best, J. (2010). Effects of physical activity on children's executive function: Contributions of experimental research on aerobic exercise. *Developmental Review*.
- Best, J., and Miller, P. (2010, November). A Developmental Perspective on Executive Function. *Child Development*.
- Best, J., Miller, P., and Naglieri, J. (2011). Relations between executive function and academic achievement from ages 5 to 17 in a large, representative national sample. *Learning and Individual Differences*, 21(4), 327–336.
- Best, J., Nagamatsu, L., and Liu-Ambrose, T. (2014). Improvements to executive function during exercise training predict maintenance of physical activity over the following year. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8.
- Bidzan-Bluma, I., and Lipowska, M. (2018). Physical activity and cognitive functioning of children: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*.
- Bloedel, J. R., and Bracha, V. (1997). Duality of cerebellar motor and cognitive functions. *International Review of Neurobiology*, 41, 613–634.
- Borg, G. (1982). A category scale with ratio properties for intermodal and interindividual comparisons. En: H. G. Geissler y P. Petzold (Ed.), *Psychophysical judgment and the process of perception* (pp. 25-34). Berlín VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften.
- Bugge, A., Tarp, J., Ostergaard, L., Domazet, S. L., Andersen, L. B., and Froberg, K. (2014). LCoMotion - Learning, cognition and motion; A multicomponent cluster randomized school-based intervention aimed at increasing learning and cognition - Rationale, design and methods. *BMC Public Health*, 14(1), 967.
- Cárdenas, D., Conde-González, J., & Perales, J. C. (2015). El papel de la carga mental en la planificación del entrenamiento deportivo. *Revista de psicología del deporte*, 24(1), 91-100.
- Chaddock-Heyman, L., Erickson, K. I., Voss, M. W., Knecht, A. M., Pontifex, M. B., Castelli, D. M., ... Kramer, A. F. (2013). The effects of physical activity on functional MRI activation associated with cognitive control in children: a randomized controlled intervention. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7.
- Chaddock, L., Pontifex, M. B., Hillman, C. H., and Kramer, A. F. (2011). A Review of the Relation of Aerobic Fitness and Physical Activity to Brain Structure and Function in Children. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 17, 975–985.
- Chang, Y. K., Labban, J. D., Gapin, J. I., and Etnier, J. L. (2012a). The effects of acute exercise on cognitive performance: A comprehensive meta-analytic review. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 32, S147–S148.
- Chang, Y. K., Labban, J. D., Gapin, J. I., and Etnier, J. L. (2012b). The effects of acute exercise on cognitive performance: A comprehensive meta-analytic review. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 32, S147–S148.
- Chang, Y. K., Tsai, Y. J., Chen, T. T., and Hung, T. M. (2013). The impacts of coordinative exercise on executive function in kindergarten children: An ERP study. *Experimental Brain Research*, 225(2), 187–196.
- Crova, C., Struzzolino, I., Marchetti, R., Masci, I., Vannozzi, G., Forte, R., and Pesce, C. (2014). Cognitively challenging physical activity benefits executive function in overweight children. *Journal of Sports Sciences*, 32(3), 201–211.

- Crum, B. (2017). How to win the battle for survival as a school subject? Reflections on justification, objectives, methods and organization of PE in schools of the 21st century. *RETOS-NUEVAS TENDENCIAS EN EDUCACION FISICA DEPORTE Y RECREACION*, (31), 238–244.
- Davidson, M. C., Amso, D., Anderson, L. C., and Diamond, A. (2006). Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching. *Elsevier*, 44(11), 2037–2078.
- Davis, C. L., Tomporowski, P. D., McDowell, J. E., Austin, B. P., Miller, P. H., Yanasak, N. E., ... Naglieri, J. A. (2011). Exercise Improves Executive Function and Achievement and Alters Brain Activation in Overweight Children: A Randomized, Controlled Trial. *Health Psychology*, 30(1), 91–98.
- de Bruijn, A. G. M., Hartman, E., Kostons, D., Visscher, C., and Bosker, R. J. (2018). Exploring the relations among physical fitness, executive functioning, and low academic achievement. *Journal of Experimental Child Psychology*, 167.
- de Greeff, J. W., Bosker, R. J., Oosterlaan, J., Visscher, C., and Hartman, E. (2018). Effects of physical activity on executive functions, attention and academic performance in preadolescent children: a meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(5), 501–507.
- Diamond, A. (2013). Executive Functions. Pdfs.Semanticscholar.Org.
- Diamond, A., and Lee, K. (2011). Interventions shown to aid executive function development in children 4 to 12 years old. *Science*.
- Diamond, A., and Ling, D. S. (2016). Conclusions about interventions, programs, and approaches for improving executive functions that appear justified and those that, despite much hype, do not. *Elsevier*.
- Donnelly, J. E., Hillman, C. H., Castelli, D., Etnier, J. L., Lee, S., Tomporowski, P. D., ... Szabo-Reed, A. N. (2016). Physical Activity, Fitness, Cognitive Function, and Academic Achievement in Children: A Systematic Review. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 48(6), 1197–1222.
- Egger, F., Benzing, V., Conzelmann, A., and Schmidt, M. (2019). Boost your brain, while having a break! The effects of long-term cognitively engaging physical activity breaks on children's executive functions and academic achievement. *PLoS ONE*, 14(3), e0212482.
- Etnier, J. L., and Chang, Y.-K. (2009). The Effect of Physical Activity on Executive Function: A Brief Commentary on Definitions, Measurement Issues, and the Current State of the Literature. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 31(4), 469–483.
- Etnier, J. L., Nowell, P. M., Landers, D. M., and Sibley, B. A. (2006). A meta-regression to examine the relationship between aerobic fitness and cognitive performance. *Brain Research Reviews*, 52(1), 119–130.
- Fernandes, V. R., Ribeiro, M. L. S., Melo, T., Maciel-Pinheiro, P. de T., Guimarães, T. T., Araújo, N. B., ... Deslandes, A. C. (2016). Motor coordination correlates with academic achievement and cognitive function in children. *Frontiers in Psychology*, 7(MAR).
- Gomez-Pinilla, F., and Hillman, C. H. (2013). The Influence of Exercise on Cognitive Abilities. In *Comprehensive Physiology* (Vol. 3, pp. 403–428). Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Hillman, C. H., Erickson, K. I., and Kramer, A. F. (2008). Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, 9(1), 58–65.
- Hillman, C. H., McAuley, E., Erickson, K. I., Liu-Ambrose, T., and Kramer, A. F. (2018). On mindful and mindless physical activity and executive function: A response to Diamond and Ling (2016). *Developmental Cognitive Neuroscience*.
- Hillman, C. H., Pontifex, M. B., Castelli, D. M., Khan, N. A., Raine, L. B., Scudder, M. R., ... Kamijo, K. (2014). Effects of the FITKids Randomized Controlled Trial on Executive Control and Brain Function. *PEDIATRICS*, 134(4), e1063–e1071.
- Jeannerod, M. (2003). The mechanism of self-recognition in humans. *Behavioural Brain Research*, 142(1–2), 1–15.
- Kibbe, D. L., Hackett, J., Hurley, M., McFarland, A., Schubert, K. G., Schultz, A., and Harris, S. E. (2011). Ten Years of TAKE 10!: Integrating physical activity with academic concepts in elementary school classrooms. *Preventive Medicine*, 52 Suppl 1(SUPPL.), S43–S50.

- Korkman, M., Kirk, U., y Kemp, S. (2014). *NEPSY-II: Evaluación Neuropsicológica Infantil*. Madrid: Pearson Ediciones.
- Koziol, L., Budding, D., and Chidekel, D. (2012). From Movement to Thought : Executive Function , Embodied Cognition , and the Cerebellum. *Springer*, 505–525.
- Koziol, L., and Lutz, J. (2013). From Movement to Thought: The Development of Executive Function. *Applied Neuropsychology: Child*, 2(2), 104–115.
- Kriemler, S., Meyer, U., Martin, E., van Sluijs, E. M., Andersen, L. B., and Martin, B. W. (2011). Effect of school-based interventions on physical activity and fitness in children and adolescents: a review of reviews and systematic update. *British Journal of Sports Medicine*.
- Lakes, K. D., and Hoyt, W. T. (2004). Promoting self-regulation through school-based martial arts training. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 25(3), 283–302.
- Liu-Ambrose, T., Nagamatsu, L. S., Voss, M. W., Khan, K. M., and Handy, T. C. (2012). Resistance training and functional plasticity of the aging brain: A 12-month randomized controlled trial. *Neurobiology of Aging*, 33(8), 1690–1698.
- MacNamara, A., Collins, D., and Giblin, S. (2015). Just let them play? Deliberate preparation as the most appropriate foundation for lifelong physical activity. *Frontiers in Psychology*, 6.
- Maldonado, M. J., Fournier, C., Martínez, R., González, J., Espejo-Saavedra, J. M., & Santamaría, P. (2017). BRIEF-2. Evaluación Conductual de la Función Ejecutiva [BRIEF-2. Behavioral assessment of the executive functioning].
- Masley, S., Roetzheim, R., and Gualtieri, T. (2009). Aerobic exercise enhances cognitive flexibility. *Journal of Clinical Psychology in Medical Settings*, 16(2), 186–193.
- Moreau, D., Morrison, A. B., and Conway, A. R. A. (2015). An ecological approach to cognitive enhancement: complex motor training. *Acta Psychologica*, 157, 44–55.
- Morsella, E., Bargh, J., and Gollwitzer, P. (2009). *Oxford handbook of human action*. Oxford University Press.
- Norris, E., Shelton, N., Dunsmuir, S., Duke-Williams, O., and Stamatakis, E. (2015). Physically active lessons as physical activity and educational interventions: A systematic review of methods and results. *Preventive Medicine*.
- North, T. C., McCullagh, P., and Tran, Z. V. (1990). Effect of exercise on depression. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 18, 379–415.
- Oosterlaan, J., Hartman, E., Bosker, R. J., de Greeff, J. W., and Visscher, C. (2017). Effects of physical activity on executive functions, attention and academic performance in preadolescent children: a meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(5), 501–507.
- Oswald, W. D., Gunzelmann, T., Rupperecht, R., and Hagen, B. (2006). Differential effects of single versus combined cognitive and physical training with older adults. *European Journal of Ageing*, 3(4), 179–192.
- Pesce, C. (2012). Shifting the Focus from Quantitative to Qualitative Exercise Characteristics in Exercise and Cognition Research. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 34(6), 766–786.
- Pesce, C., Croce, R., Ben-Soussan, T. D., Vazou, S., McCullick, B., Tomporowski, P. D., and Horvat, M. (2016a). Variability of practice as an interface between motor and cognitive development. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, (October), 1–20.
- Pesce, C., Croce, R., Ben-Soussan, T. D., Vazou, S., McCullick, B., Tomporowski, P. D., and Horvat, M. (2016b). Variability of practice as an interface between motor and cognitive development. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, pp. 1–20.
- Pesce, C., Crova, C., Marchetti, R., Struzzolino, I., Masci, I., Vannozzi, G., and Forte, R. (2013a). Searching for cognitively optimal challenge point in physical activity for children with typical and atypical motor development. *Mental Health and Physical Activity*, 6(3), 172–180.
- Pesce, C., Crova, C., Marchetti, R., Struzzolino, I., Masci, I., Vannozzi, G., and Forte, R. (2013b). Searching for cognitively optimal challenge point in physical activity for children with typical and atypical motor development. *Mental Health and Physical Activity*, 6(3), 172–180.

- Pesce, C., Masci, I., Marchetti, R., Vazou, S., Sääkslahti, A., and Tomporowski, P. D. (2016). Deliberate Play and Preparation Jointly Benefit Motor and Cognitive Development: Mediated and Moderated Effects. *Frontiers in Psychology*, 7, 349.
- Pitchford, N. J., Papini, C., Outhwaite, L. A., and Gulliford, A. (2016). Fine motor skills predict maths ability better than they predict reading ability in the early primary school years. *Frontiers in Psychology*, 7(MAY).
- Redolar, D. (2013) *Neurociencia cognitiva*. Ed. Medica Panamericana.
- Rossellini, M., Matute, E., Ardila, A. (2010). *Neuropsicología del desarrollo infantil*. Mexico: Manual Moderno.
- Schmidt, M., Jäger, K., Egger, F., Roebbers, C. M., and Conzelmann, A. (2015). Cognitively engaging physical activity and executive functions. *journals.humankinetics.com*.
- Seljebotn, P. H., Skage, I., Riskedal, A., Olsen, M., Kvalo, S. E., and Dyrstad, S. M. (2019). Physically active academic lessons and effect on physical activity and aerobic fitness. The Active School study: A cluster randomized controlled trial. *Preventive Medicine Reports*, 13, 183–188.
- Singh, A., Saliassi, E., and Berg, V. van den. (2018). Effects of physical activity interventions on cognitive and academic performance in children and adolescents: a novel combination of a systematic review and. *BjSm.Bmj.Com*.
- Sommerville J. A., and Decety J. (2006). Weaving the fabric of social interaction: Articulating developmental psychology and cognitive neuroscience in the domain of motor cognition. *Psychonomic Bulletin and Review*, 13(2), 179–200.
- Stillman, C. M., Cohen, J., Lehman, M. E., and Erickson, K. I. (2016). Mediators of Physical Activity on Neurocognitive Function: A Review at Multiple Levels of Analysis. *Frontiers in Human Neuroscience*, 10.
- Tarp, J., Domazet, S. L., Froberg, K., Hillman, C. H., Andersen, L. B., and Bugge, A. (2016). Effectiveness of a school-based physical activity intervention on cognitive performance in Danish adolescents: LCoMotion-learning, cognition and motion - A cluster randomized controlled trial. *PLoS ONE*, 11(6), e0158087.
- Tomporowski, P. D., McCullick, B., Pendleton, D. M., and Pesce, C. (2015). Exercise and children's cognition: The role of exercise characteristics and a place for metacognition. *Journal of Sport and Health Science*.
- Van der Fels, I., te Wierike, S. C., Hartman, E., Elferink-Gemser, M. T., Smith, J., and Visscher, C. (2015). The relationship between motor skills and cognitive skills in 4-16 year old typically developing children: A systematic review. *Journal of Science and Medicine in Sport*.
- Vazou, S., Pesce, C., Lakes, K., and Smiley-Oyen, A. (2016). More than one road leads to Rome: A narrative review and meta-analysis of physical activity intervention effects on cognition in youth. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 1–26.
- Vitiello, V., and Greenfield, D. (2017). Executive functions and approaches to learning in predicting school readiness. Elsevier.
- Voelcker-Rehage, C., Niemann, C., Hübner, L., Godde, B., and Winneke, A. H. (2016). Benefits of Physical Activity and Fitness for Lifelong Cognitive and Motor Development-Brain and Behavior. In *Sport and Exercise Psychology Research: From Theory to Practice* (pp. 43–73).
- Wechsler, D. (2014). *Wechsler intelligence scale for children—Fifth Edition (WISCV)*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.

Leadership Dynamics Between Teachers and Students in a School-based Makerspace

Leskinen, Jasmiina¹; Kumpulainen, Kristiina²; Kajamaa, Anu³

¹jasmiina.korhonen@helsinki.fi

²kristiina.kumpulainen@helsinki.fi

³anu.kajamaa@helsinki.fi

ABSTRACT

This study examines leadership dynamics between teachers and students working in a school-based makerspace. Utilizing the concept of distributed leadership, we analyzed how the teachers and students social interaction mediated and shaped the leadership dynamics. The results revealed three forms of leadership distribution, namely teacher leadership, shared leadership and student leadership. The teachers appeared to mediate the leadership dynamics through physical positioning and various interactions, adapting to the students' individual needs. The study underlines the complex and dynamic nature of distributed leadership, and points to the importance of understanding the learning processes teachers and students engage in while adapting to working in novel student-centered learning environments.

KEYWORDS

Distributed leadership, social interaction, collaboration, school-based makerspace.

Objectives

During the past years, the Finnish educational system has undergone major reforms which have called for the development of student-centered learning environments, which are interest-driven, and foster students' collaborative, creative, and personal ways of engaging in various STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) design and making activities (e.g. Korhonen, Kumpulainen, & Kajamaa, 2018; Dougherty, 2016; Martin & Dixon, 2016; Peppler, Halverson, & Kafai, 2016). Makerspace learning environments are often described as communities of practice in which all members of the community take part in decision making and contribute to learning within the community by sharing their expertise and generating new ideas (Brahms & Crowley, 2016; Peppler et al., 2016, see also Gumus et al., 2016). Through diminishing teachers' own role as a sole expert, students can be provided with opportunities to take responsibility of their own learning (Kajamaa, Kumpulainen, & Olkinuora, 2019; see also Penney, 2016; Stevens, et al., 2016), and take initiative and leadership in organizing their learning activities (Korhonen et al., 2018; Griffin et al., 2012).

Although earlier research has pointed out the changing roles of the teacher and students in makerspaces, little research attention has so far been directed to understanding the dynamics and conditions of leadership in these settings (Korhonen et al., 2018). In this study we examine leadership dynamics between teachers and students by utilizing the concept of distributed leadership, which views leadership as shared and emerging in the interaction between individuals and the social environment (Gumus et al., 2016; Harris, 2009; Li et al., 2007; Mercier et al., 2014; Siewiorek et al., 2012; Spillane, Halverson, & Diamond, 2004; Sun et al., 2017). We ask, how leadership is manifested and distributed between teachers and students in a school-based makerspace?