

RIYAZİ İDRAK PROSESİNƏ SINİR ŞƏBƏKƏLƏRİNİN TƏSİRİ: RIYAZİYYATIN TƏDRİSİNDƏ NEYROPEDAQOJİ YANAŞMA

ELŞƏN SƏFİXANOV

Lənkəran Dövlət Universitetinin magistrantı.

E-mail: elsen.sefixanov40@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0004-0458-6480>

Məqaləyə istinad:

Səfixanov E. (2025). Riyazi idrak prosesinə sinir şəbəkələrinin təsiri: riyaziyyatın tədrisində neyropedaqoji yanaşma. *Azərbaycan məktəbi*. № 1 (710), səh. 81-87

DOI: 10.30546/32898065.2025.1.019

Məqalə tarixçəsi

Göndərilib: 03.02.2025

Qəbul edilib: 21.02.2025

ANNOTASIYA

Məqalənin məqsədi riyazi idrak prosesində sinir şəbəkələrinin rolunu və riyaziyyatın tədrisində neyropedaqoji yanaşmaların tətbiqini araşdırmaqdır. Riyaziyyatın öyrənilməsi beyindəki müxtəlif sinir şəbəkələrinin qarşılıqlı fəaliyyəti ilə əlaqəlidir və hər bir şagirdin bu fəaliyyətləri fərqli şəkildə reallaşdırması tədris metodlarının fərdiləşdirilməsini tələb edir. Neyropedaqogika bu fərqləri nəzərə alaraq tədris prosesini daha səmərəli və effektiv hala gətirir. Sinir şəbəkələrinin necə işlədiyini anlamaq, tədris metodlarını buna uyğun formalaşdırmağa kömək edir və riyaziyyatın öyrənilməsini asanlaşdırır. Məqalədə riyaziyyatın tədrisində bu yanaşmaların tətbiqinin necə həyata keçirildiyi və onların şagirdlərin öyrənmə prosesinə təsiri izah edilir.

Açar sözlər: Sinir şəbəkələri, beyin korteksləri, neyropedaqogika, riyazi idrak, prefrontal korteks, oksipital korteks, hipokampus, parietal korteks, sinir əlaqələri, təhsildə innovativ yanaşmalar.

THE INFLUENCE OF NEURAL NETWORKS ON THE MATHEMATICAL COGNITION PROCESS: A NEUROPEDAGOGICAL APPROACH IN MATHEMATICS TEACHING

ELSHAN SAFIKHANOV

Master's student at Lankaran State University.

E-mail: elsen.sefixanov40@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0004-0458-6480>

To cite this article:

Safikhanov E. (2025). The influence of neural networks on the mathematical cognition process: a neuropsychological approach in mathematics teaching. *Azerbaijan Journal of Educational Studies*. Vol. 710, Issue I, pp. 81-87

DOI: 10.30546/32898065.2025.1.019

Article history

Received: 03.02.2025

Accepted: 21.02.2025

ABSTRACT

The article aims to investigate the role of neural networks in the mathematical cognition process of the human brain and the application of neuropedagogical approaches in mathematics teaching. Learning mathematics is associated with the interaction of various neural networks in the brain, and the fact that each student engages in these activities differently necessitates the personalization of teaching methods. Neuropedagogy enhances the teaching process by making it more efficient and effective. Understanding how neural networks function helps in shaping teaching methods accordingly and facilitates the learning of mathematics. The article explains how these approaches are implemented in mathematics teaching and their impact on students' learning processes.

Keywords: Neural networks, cerebral cortex, neuro pedagogy, mathematical cognition, prefrontal cortex, occipital cortex, hippocampus, parietal cortex, neural connections, innovative educational approaches.

Giriş

Riyaziyyatın tədrisi təhsil sisteminin ən çətin və vacib məsələlərindən biridir. Şagirdlərin riyazi anlayışları mənimsəməsi və bu sahədəki bacarıqlarını inkişaf etdirməsi bir sıra beyin funksiyalarının qarşılıqlı işləməsinə tələb edir. Beynin müxtəlif hissələrində yerləşən sinir şəbəkələrinin fəaliyyəti riyazi düşüncənin təşkili və bu düşüncənin tədrisi üçün müasir yanaşmaların inkişaf etdirilməsinə vacibdir (Kandel et al., 2013). Bu sahədəki ən son yeniliklərdən biri olan neyropedaqogikanın tətbiqi beyin şəbəkələrinin öyrənilməsinə və biliklərin tədris prosesinə tətbiqinə yönəlir (Geary, 2011).

Tədqiqatın aktuallığı. Müasir təhsil sistemində innovativ yanaşmaların tətbiqi şagirdlərin idrak qabiliyyətlərinin artırılmasına və fərdi inkişaflarına yönəldilib. Bu baxımdan, neyropedaqogika sahəsində aparılan tədqiqatlar təhsil prosesinin optimallaşdırılmasına mühüm töhfə verir (Desoete & Roeyers, 2006). Sinir şəbəkələrinin və beyinin müxtəlif serebral korteks bölgələrinin funksiyalarının öyrənilməsi riyazi idrak proseslərinin necə formalaşdığına dair fundamental məlumatlar təqdim edir. (Norman & Shallice, 2000). Bu tədqiqat beyin fəaliyyətlərinin riyaziyyatın tədrisində necə istifadə edilə biləcəyini və fərdi tədris yanaşmalarının şagirdlərin riyazi düşüncə qabiliyyətlərini artırmaqda nə qədər təsirli olduğunu göstərmək baxımından aktualdır (Anderson & Lebiere, 1998).

Riyaziyyatın tədrisi mücərrəd düşüncənin inkişafında və məntiqi idrakın formalaşmasında mühüm rol oynayır. Lakin ənənəvi tədris metodları beyinin koqnitiv mexanizmlərinə tam əsaslanmadığı üçün bəzən şagirdlərin potensialını tam olaraq aşkar edə bilmir. Beyinin riyazi idrakda rol oynayan funksional bölgələrinin öyrənilməsi və onların tədris prosesində nəzərə alınması riyaziyyatın daha səmərəli və fərdi şəkildə öyrədilməsinə şərait yaradır.

Eyni zamanda, beyinin prefrontal korteks, parietal korteks, oksipital korteks və hipokampus kimi bölgələrinin riyazi məsələlərin həllindəki fəaliyyət mexanizmlərinin təhlili müəllimlərə

hər bir şagirdin fərdi ehtiyaclarına uyğun tədris metodları tətbiq etməyə imkan verir. Bu tədqiqat həmçinin təhsil sahəsində neyropedaqogikanın elmi əsaslarının formalaşdırılmasına və praktik istifadəsinə dəstək məqsədi daşıyır.

Beynəlxalq səviyyədə təhsil texnologiyalarında baş verən sürətli dəyişikliklər və beyin fəaliyyətləri ilə bağlı yeni elmi kəşflər təhsildə innovativ yanaşmaların tətbiqini zəruri edir. Tədqiqatın aktuallığı həm də Azərbaycanda təhsil sistemində innovativ metodların tətbiqinə artan maraqla əlaqədardır. Bu tədqiqat təhsil prosesini daha effektiv və elmi əsaslarla təmin etmək məqsədilə müasir neyropedaqogika yanaşmasının əhəmiyyətini üzə çıxarır və təhsil islahatlarına elmi dəstək təqdim edir.

Riyazi idrak prosesində sinir şəbəkələrinin rolu

Riyaziyyatı öyrənmək üçün insan beyni bir neçə sinir şəbəkəsinin qarşılıqlı fəaliyyətinə əsaslanır. Riyazi əməliyyatlar və düşüncə prosesi beyinin müxtəlif bölgələrində baş verir. Əsasən, prefrontal korteks, parietal korteks, temporal korteks və hipokampus bu proseslərin icrasına rəhbərlik edir (Anderson & Lebiere, 1998).

1. Prefrontal korteks – beyinin ön tərəfində, alında yerləşir. O, icraedici funksiyalar üçün ən vacib sahədir və aşağıdakıları idarə edir:

- Məntiqi düşüncə və analiz;
- Qərar qəbul etmə;
- Diqqət və diqqətin yönləndirilməsi;
- Planlaşdırma və problemlərin mərhələli şəkildə həlli.

Riyazi idrakdakı rolu. Riyazi məsələləri həll edərkən, prefrontal korteks problemlərin planlaşdırılması və həll mərhələlərini təşkil edir. Məsələn, şagirdlərə uzun tənliklər verildikdə, prefrontal korteks onlara hansı addımlarla başlamalı, hansı ardıcılıqla davam etməli olduqlarını müəyyənləşdirməyə, məntiqi səhvləri təhlil etməyə və düzəltməyə kömək edir.

Nümunələr:

• Bir şagirdin bir kvadrat tənlik həll edərkən addımları planlaşdırması və nəticəni yoxlaması zamanı prefrontal korteks aktiv şəkildə işləyir.

• $8+4=?$ sualını həll edən şagird əvvəlki məlumatları (yəni 8 və 4-ün nə olduğunu) birləşdirərək mümkün olan nəticəni (12) tapır. Bu məntiqi əməliyyatların həyata keçirilməsi prefrontal korteksin fəaliyyətinə əsaslanır.

2. Parietal korteks – beyinin yuxarı və orta hissəsində yerləşir. O, sensor məlumatların (toxunma, məkan) işlənməsi ilə məşğuldur, əsasən, aşağıdakıları tənzimləyir:

- Məkan və vizual informasiyanın emalı;
- Riyazi əməliyyatların icrası;
- Ədədi məlumatların anlaşılıqlığını təmin etmə.

Riyazi idraddakı rolu. Parietal korteks, xüsusilə onun “intraparietal sulcus” adlı alt hissəsi, ədədi məlumatların işlənməsi üçün çox vacibdir. Toplama, çıxma, vurma və bölmə kimi əməliyyatlar bu korteksdə reallaşır. Bu bölgə riyazi simvolları tanımaq, məkan münasibətlərini başa düşmək və mücərrəd riyazi anlayışları dərk etmək kimi funksiyalarda mühüm rol oynayır.

Nümunələr:

• Bir şagirdin üçbucağın sahəsini hesablamaq üçün verilən ölçüləri daxil etməsi parietal korteksin aktivliyini artırır. Həmçinin toplama və çıxma əməliyyatları da bu bölgənin fəaliyyətini tələb edir.

3. Temporal korteks – beyinin yan tərəflərində, qulaqların yaxınlığında yerləşir. Onun əsas funksiyaları bunlardır:

- Yaddaş və məlumatların uzunmüddətli saxlanması;
- Dil emalı və şifahi məlumatların anlaşılması;
- Qavrayış və eşitmə məlumatlarının işlənməsi.

Riyazi idraddakı rolu. Temporal korteks riyazi anlayışların mənimsənilməsi və bu anlayışların yaddaşda saxlanması üçün əsas rol oynayır. Riyazi qaydalar, formullar və prosedurlar uzunmüddətli yaddaşa ötürülərkən bu korteks aktiv olur. Temporal korteks həmçinin dil və riyaziyyat arasındakı əlaqəni təmin edir, çünki riyazi simvolların əksəriyyəti mətnlərdə də istifadə olunur.

Nümunələr:

• Şagirdlər Pifaqor teoreminin qaydasını öyrənəndə və təkrarladığında, temporal korteks bu qaydanı yaddaşda saxlamaq üçün aktivləşir.

• Riyazi təlimin başlanğıc mərhələlərində şagirdlər yeni terminləri öyrənərkən və bu terminlər arasında əlaqə qurarkən temporal korteks aktivləşir.

4. Oksipital korteks – beyinin arxa hissəsində yerləşir, əsasən, vizual məlumatların işlənməsindən məsuldur:

- Görmə analizinin həyata keçirilməsi;
- Vizual obyektlərin tanınması və məkan naviqasiyası;
- Görmə ilə bağlı riyazi elementlərin dərk olunması.

Riyazi idraddakı rolu. Riyaziyyatda vizual məlumatlar böyük əhəmiyyət daşıyır. Həndəsi fiqurların tanınması, diaqramların təhlili, koordinat sistemində nöqtələrin müəyyənləşdirilməsi kimi proseslər oksipital korteks vasitəsilə həyata keçirilir. Bu korteks parietal korteks ilə əməkdaşlıq edərək məkan və vizual anlayışların emalını təşkil edir.

Nümunələr:

• Bir şagird üçbucağın sahəsini hesablamaq üçün onun vizual görüntüsünü analiz edərkən oksipital korteks aktiv olur.

• Şagirdə koordinat müstəvisində bir qrafik verilir, məsələn, $y=2x+3$ düz xəttinin təsviri. Şagird əvvəlcə qrafikdəki xətti və onun müstəvidəki yerini vizual olaraq görür. Bu görüntü oksipital korteksdə analiz olunur: xəttin meyili, oxlarla kəsişmə nöqtələri və qrafikin ümumi forması müəyyən edilir.

5. Hipokampus – beyinin dərinliyində, temporal korteksin yaxınlığında yerləşir. Onun əsas funksiyaları:

- Qısamüddətli yaddaşdan uzunmüddətli yaddaşa keçid;
- Yeni məlumatların öyrənilməsi və saxlanması.

Riyazi idraddakı rolu. Riyaziyyatın öyrənilməsi zamanı hipokampus yeni anlayışları yaddaşa köçürür və əvvəlki məlumatların yaddaşdan bərpa edilməsinə kömək edir. Riyazi qaydaların və formulların tətbiqində hipokampusun aktivliyi böyük rol oynayır.

Nümunələr:

• **Riyazi formulların yadda saxlanması.** Bir şagirdə kvadrat tənliklərin həlli üçün diskriminant düsturu ($D=b^2 - 4ac$) öyrədilir. Şagird

bu düsturu öyrəndikdən sonra təkrar edir və onu uzunmüddətli yaddaşda saxlamağa çalışır. Bu prosesdə hipokampus yeni məlumatları yaddaşa köçürür və gələcəkdə tələb olunan zaman həmin düsturu yaddaşdan çıxarmağa kömək edir.

- *Riyazi terminlərin öyrənilməsi.* Məsələn, bir şagird “simmetriya oxu” terminini ilk dəfə eşidir və müəllimin izah etdiyi bu anlayışı anlamağa çalışır. Hipokampus bu termini yaddaşa yerləşdirərək gələcəkdə digər mövzularda tətbiq etməsi üçün saxlayır. Şagird sonradan bu anlayışı riyazi həndəsə məsələlərində, məsələn, dairənin və ya parabola qrafikinə simmetriya oxunu müəyyən edərkən istifadə edir.

- *Riyazi məsələlərin həll edilməsi və təcrübə.* Bir şagirdə Pifaqor teoremi öyrədilir ($a^2+b^2=c^2$). Şagird əvvəlcə bu teoremin tətbiqi üçün sadə məsələlər həll edir. Təcrübə ilə hər dəfə hipokampus həmin teoremi daha effektiv şəkildə yaddaşa yerləşdirir. Bir neçə məşqdən sonra şagird bu teoremi avtomatik şəkildə, düşünmədən tətbiq edə bilir. Bu, hipokampusun qısamüddətli məlumatları uzunmüddətli yaddaşa çevirməsinin nəticəsidir.

- *Riyazi əlaqələrin yadda saxlanması.* Məsələn, bir şagird sinus, kosinus və tangens funksiyaları arasında olan əlaqələri öyrənir. $\sin^2x + \cos^2x = 1$ kimi triqonometriya əlaqələri şagirdin öyrənmə prosesi zamanı hipokampus tərəfindən yadda saxlanılır. Daha sonra bu əlaqə triqonometrik məsələləri həll edərkən tez-tez istifadə olunur.

- *Qısamüddətli məlumatların istifadəsi.* Bir şagirdə məsələ verilir: “Bir qutuda 5 qırmızı, 7 yaşıl və 8 mavi top var. Ümumilikdə neçə top var?” Şagird bu məlumatları oxuduqdan sonra hipokampus qısamüddətli yaddaş vasitəsilə rəqəmləri saxlayır və cəmləmə əməliyyatı zamanı həmin rəqəmlərdən istifadə edir.

Hipokampusun əsas rolu öyrənilən məlumatların yaddaşa yerləşdirilməsi və sonradan lazım olduqda onların bərpa edilməsidir. Bu proses, xüsusilə riyaziyyatda şagirdlərin qaydaları, formulları və həll üsullarını xatırlamaq üçün çox vacibdir.

Kortikalların qarşılıqlı əlaqəsi

Beyindəki kortikallar arasında davamlı əlaqə var və riyazi idrak bu əlaqələrin qarşılıqlı işləməsindən asılıdır. Məsələn, şagirdlər vizual diaqramı (okspital korteks) analiz edərək onu məkan anlayışlarına (parietal korteks) bağlayır. Əldə olunan nəticə prefrontal korteksdə təhlil edilir və yaddaşa (hipokampus və temporal korteks) ötürülür.

Bu sinir şəbəkələrinin qarşılıqlı fəaliyyəti, riyaziyyat dərslərinin necə qurmaq lazım olduğunu göstərir. Şagirdlər arasında fərqli beyin şəbəkələrinin fəaliyyətə keçməsi fərqli öyrənmə tərzlərinin yaranmasına səbəb olur. Bu fərqləri nəzərə alaraq, tədris metodlarının daha effektiv olması təmin edilə bilər.

Neyropedaqogikanın riyaziyyatın tədrisində tətbiqi

Neyropedaqogika təhsil ilə neyrobiologiya, neyrofiziologiya və neyropsixologiyanın birlişməsindən formalaşmış bir sahədir. Bu sahənin əsas məqsədi tədrisin effektivliyini artırmaq üçün beyinin funksional xüsusiyyətlərini öyrənmək və qazanılmış bilikləri tədris metodlarına tətbiq etməkdir (Kandel et al., 2013). Riyaziyyatın tədrisində neyropedaqoji yanaşmaların tətbiqi şagirdlərin beyin şəbəkələrinin xüsusiyyətlərini nəzərə alaraq tədris prosesini fərdiləşdirməyə imkan verir (Geary, 2011).

Riyaziyyatın tədrisində neyropedaqoji yanaşmalar şagirdlərin fərdi beyin fəaliyyətinə uyğun metodlarla tədrisi fərdiləşdirməyi və effektiv öyrənməyi təmin edir. Bu yanaşmalara diqqət yetirək:

1. **Fərdiləşdirilmiş tədris yanaşması.** Neyropedaqogika şagirdlərin beyin fəaliyyətinin fərqli olduğunu qəbul edir və buna əsaslanaraq hər şagird üçün ən uyğun tədris metodlarını seçir (Anderson & Lebiere, 1998). Bu yanaşma tədris prosesini hər bir şagirdin beyin şəbəkələrini nəzərə alaraq daha da fərdiləşdirir. Bu zaman müxtəlif tədris üsullarından, məsələn,

vizual, kinestetik və ya auditoriya metodlarından istifadə edilir.

- Bir şagird riyaziyyatın konseptlərini görmə yolu ilə (şəkillər, diaqramlar) daha yaxşı anlayır, digəri isə hesablama tapşırıqları vasitəsilə daha yaxşı öyrənir. Neyropedaqogika bu fərqləri nəzərə alaraq dərslər planlarını və tədris üsullarını uyğunlaşdırır.

2. İnteraktiv tədris texnologiyalarının tətbiqi. Tədrisin neyropedaqoji yanaşmalarla və interaktiv texnologiyalarla dəstəklənməsi şagirdlərin beyin fəaliyyətini izləməyə və təhlil etməyə imkan verir (Norman & Shallice, 2000). Sinirlər üçün əks-əlaqə cihazları (EEG, fMRI) şagirdlərin beyin fəaliyyətini izləyərək, tədris metodlarının nə qədər effektiv olduğunu göstərir. Bu texnologiyalar tədrisin fərdiləşdirilməsini təmin edir.

- Şagirdin beyin fəaliyyətini izləməklə müəllim onun hansı mövzularda çətinlik çəkdiyini və ya hansı növ tapşırıqlarda daha çox fəallik göstərdiyini öyrənə bilər. Bu məlumatlar əsasında şagirdin fərdi ehtiyaclarına uyğun dərslər planı hazırlanır.

3. Aktiv öyrənmə və təkrarlama. Riyaziyyat dərslərində aktiv öyrənmə metodlarının tətbiqi şagirdlərin diqqətini cəlb edərək, beyin şəbəkələrinin effektiv fəaliyyətini təmin edir (Desoete & Roeyers, 2006). Sinir şəbəkələrinin aktivləşdirilməsi üçün şagirdlərə riyazi problemləri birgə həll etmək, qrup işləri və müzakirələr təşkil etmək faydalıdır. Bu, məlumatların yaddaşa köçürülməsini də sürətləndirir.

- Şagirdlərə qrup halında işləyərək riyazi məsələləri birgə həll etməyi tapşırmaq, onların sosial və koqnitiv bacarıqlarını inkişaf etdirir. Bu zaman beyin şəbəkələri daha çox aktivləşir və məlumat daha effektiv şəkildə öyrənilir.

- Riyaziyyat dərslərində müəyyən düsturların və anlayışların təkrarı, şagirdlərin bu məlumatları yaddaşlarında saxlamalarına və gələcəkdə tətbiq etmələrinə kömək edir. Bu, hipokampusun aktivliyini artırır və məlumatların uzunmüddətli yaddaşa köçürülməsini təmin edir.

Sinir şəbəkələrinin funksional rolunun aydınlaşdırılması

Sinir şəbəkələrinin funksional rolu beyinin məlumatları emal etmə və öyrənmə qabiliyyətində mühüm yer tutur. Bu şəbəkələr aşağıdakı funksiyaları həyata keçirir:

Əqli məşğuliyyət və hesablama. Riyaziyyatın öyrənilməsi zamanı beyinin müxtəlif bölgələri, məsələn, prefrontal korteks və parietal korteks aktivləşir. Sinir şəbəkələri şagirdin məlumatı necə emal etdiyini, hansı addımları atacağını və necə cavab tapacağını müəyyən edir.

Yaddaş və təkrarlama. Riyaziyyatın mövzularını mənimsəmək üçün beyin məlumatları yaddaşa köçürür. Bu, temporal korteks və hipokampusun əməkdaşlığını tələb edir. Riyaziyyat məsələlərinin təkrarı zamanı bu şəbəkələrə daha çox məlumat daxil olur, beləliklə, şagirdlər əvvəlki mövzuları daha sürətli xatırlaya bilirlər.

Öyrənmə və təcrübə. Beyinin sinir şəbəkələri təcrübə vasitəsilə daha yaxşı işləməyə başlayır. Riyaziyyat dərslərində təkrar məşqlər və şagirdlərin qarşılaşdıqları problemlər nəticəsində bu şəbəkələr daha sürətli və effektiv işləməyə başlayır.

Nəticə

Neyropedaqoji yanaşmanın riyaziyyatın tədrisində tətbiqi şagirdlərin beyinin daha effektiv şəkildə aktivləşdirilməsinə və onların öyrənmə proseslərinin sürətlənməsinə gətirib çıxarır. Riyaziyyatın öyrənilməsi zamanı sinir şəbəkələrinin necə işlədiyini başa düşmək və bu bilikləri tədrisə tətbiq etmək, daha fərdiləşdirilmiş və səmərəli tədris metodlarının inkişafına kömək edə bilər. Neyropedaqogika, həmçinin şagirdlərin beyin şəbəkələrinin fəaliyyətini nəzərə alaraq, onların öyrənmə ehtiyaclarını və riyaziyyatla bağlı problemləri daha asan həll etmələrini təmin edir.

İstifadə edilmiş ədəbiyyat

- ¹ Anderson, J.R., & Lebiere, C. (1998). *The atomic components of thought*. Lawrence Erlbaum Associates.
- ² Ansari, D., & Lyons, I.M. (2016). *Cognitive Neuroscience of Numerical Cognition*. London: Academic Press.
- ³ Boaler, J. (2016). *Mathematical Mindsets*. San Francisco: Jossey-Bass.
- ⁴ Carey, B. (2014). *How We Learn: The Surprising Truth About When, Where, and Why It Happens*. New York: Random House.
- ⁵ Dehaene, S. (2011). *The Number Sense: How the Mind Creates Mathematics*. New York: Oxford University Press.
- ⁶ Desoete, A., & Roeyers, H. (2006). Metacognitive skills in mathematics: Developmental trends and predictive value for mathematics achievement. *Learning and Individual Differences*, 16(3), 213-225.
- ⁷ Fuster, J.M. (2015). *The Prefrontal Cortex*. London: Academic Press.
- ⁸ Gazzaniga, M.S., Ivry, R.B., & Mangun, G.R. (2018). *Cognitive Neuroscience: The Biology of the Mind*. New York: W. W. Norton & Company.
- ⁹ Geake, J. (2009). *The Brain at School: Educational Neuroscience in the Classroom*. Maidenhead: McGraw-Hill Education.
- ¹⁰ Geary, D.C. (2011). Cognitive predictors of achievement growth in mathematics: A 5-year longitudinal study. *Developmental Psychology*, 47(6), 1539-1552.
- ¹¹ Immordino-Yang, M.H. (2015). *Emotions, Learning, and the Brain*. New York: W.W. Norton & Company.
- ¹² Jensen, E. (2008). *Brain-Based Learning: The New Paradigm of Teaching*. Thousand Oaks: Corwin Press.
- ¹³ Kandel, E.R., Schwartz, J.H., & Jessell, T.M. (2013). *Principles of Neural Science*. McGraw-Hill.
- ¹⁴ Norman, D.A., & Shallice, T. (2000). Attention to action: Willed and automatic control of behavior. In Gazzaniga, M. S. (Ed.), *Cognitive Neuroscience: A Reader* (pp. 376-390). Blackwell.
- ¹⁵ OECD. (2019). *Understanding the Brain: The Birth of a Learning Science*. Paris: OECD Publishing.
- ¹⁶ Sousa, D.A. (2017). *How the Brain Learns Mathematics*. Thousand Oaks: Corwin Press.
- ¹⁷ Sporns, O. (2011). *Networks of the Brain*. Cambridge: MIT Press.
- ¹⁸ Tokuhamma-Espinosa, T. (2014). *Making Classrooms Better: 50 Practical Applications of Mind, Brain, and Education Science*. New York: W. W. Norton & Company.