

הבנת מוחך מסייעת לך ללמוד טוב יותר

Jérémie Blanchette Sarrasin^{1,2*}, Lorie-Marlène Brault Foisy^{1,2}, Geneviève Allaire-Duquette³, Steve Masson^{1,2}

¹המחלקה לדידקטיקה, אוניברסיטת קוויבק במונטריאול, מונטריאול, קוויבק, קנדה

²המעבדה למחקר בנוירו-חינוך, מונטריאול, קוויבק, קנדה

³המחלקה למתמטיקה, למדע ולחינוך טכנולוגי, בית ספר קונסטניטר לחינוך, אוניברסיטת תל אביב, תל אביב, ישראל

סוקרים צעירים

DR. H.
BAVINCK
SCHOOL

גיל: 8-12



LOCARNO
HIGH
SCHOOL

גיל: 17-18



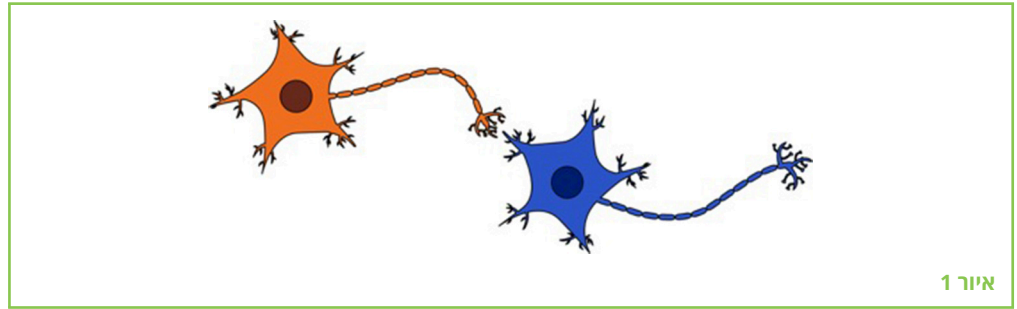
השנים האחרונות אופיינו על ידי מספר גדול של תגליות על המוח הלומד. לתובנות האלה יש פוטנציאל לתמוך במורים בעיצוב סביבות כיתה טובות אפילו יותר במטרה לסייע לכם ללמוד טוב יותר. בעוד שהבנת המוח יכולה להיות מועילה עבור מורים, הידע הזה גם יכול להיות מועיל עבורכם כתלמידים. לדוגמה, הוא יכול לעודד אתכם להאמין ביכולתכם לשפר את כישוריכם. אמונות כאלה מגדילות את הסיכוי שתתאמצו ותשתמשו טוב יותר באסטרטגיות למידה תומכות [1]. במאמר זה אנו מציגים בקצרה חלק מעקרונות היסוד של המוח הלומד, ומציעים עבורכם אסטרטגיות למידה בהשראת מדעי המוח שאתם יכולים לנסות בבית הספר או בבית.

מה קורה במוח שלי בזמן למידה?

מוחך מורכב מ-85 מיליארד נוירונים, שזה יותר ממספר הכוכבים שאפשר לראות באמצעות עין בלתי מזוינת בשמי הלילה. נוירון הוא תא שפועל כשליח, ושולח מידע בצורה של אימפולסים עצביים (כמו אותות חשמליים) לנוירונים אחרים (ראו איור 1). לדוגמה, כשאתם כותבים, חלק מהנוירונים במוחכם שולחים את הודעות "הזזת האצבעות" לנוירונים אחרים, וההודעה הזו

איור 1

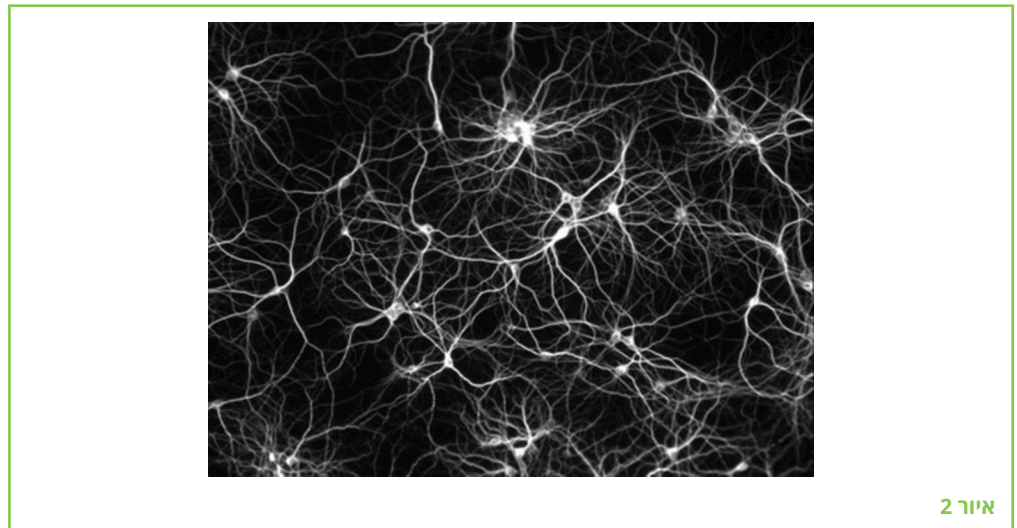
איור שממחיש כיצד שני ניורונים מחוברים.



איור 1

איור 2

איור שממחיש מספר גדול מאוד של קשרים בין ניורונים.



איור 2

“מטיילת” דרך העצבים (כמו כבלים) כל הדרך לאצבעותיכם. האותות החשמליים שמתקשרים מניורון אחד לאחר הם, לכן, מה שמאפשר לכם לעשות את כל מה שאתם עושים: לכתוב; לחשוב; לראות; לקפוץ; לדבר; לחשב, וכך הלאה. כל ניורון יכול להיות מחובר לעד 10,000 ניורונים אחרים, מה שמוביל למספר קשרים גדול במוחכם [2], אשר נראה כמו רשת עכביש דחוסה מאוד (ראו איור 2).

כשאתם לומדים, שינויים חשובים מתרחשים במוחכם, כולל יצירה של קשרים חדשים בין הניורונים שלכם. התופעה הזו נקראת **ניורו-פלסטיות**. ככל שאתם מתרגלים יותר, כך הקשרים האלה נעשים חזקים יותר. כשהקשרים שלכם מתחזקים, ההודעות (אימפולסים עצביים) מועברות מהר יותר ויותר, מה שגורם להם להיות יעילים יותר [3]. כך אתם נעשים טובים יותר בכל דבר שאתם לומדים, בין אם זה לשחק כדורגל; לקרוא; לצייר וכדומה. אנו יכולים להשוות את הקשרים בין ניורונים לשבילים ביער (ראו איור 3). הליכה ביער ללא שביל היא קשה מאחר שעליכם לפנות את הצמחייה ואת הענפים מהדרך כדי לפלס את דרככם. אולם ככל שאתם משתמשים יותר באותו השביל, כך הוא נעשה קל יותר ונגיש לאימון. לחלופין, כשאתם מפסיקים להשתמש בשביל הצמחייה גדלה חזרה, והשביל נעלם בהדרגה. זה דומה מאוד למה שקורה במוחכם – כשאתם מפסיקים להתאמן על משהו, הקשרים בין הניורונים שלכם נחלשים, ויכולים בסופו של דבר להתפרק או להיגזם. זו הסיבה לכך שעשוי להרגיש כה קשה להתחיל לקרוא שוב אחרי שבית הספר מתחיל, אם לא קראתם במשך כל הקיץ. אולם אפשרי עבור חלק מרשתות הניורונים להפוך להיות חזקות כל כך שהשבילים או הקשרים לעולם לא נעלמים לגמרי.

ניורו-פלסטיות (Neuroplasticity)

היכולת של מוחכם להשתנות, כלומר ליצור, לחזק, להחליש, או לפרק קשרים בין הניורונים שלכם.

איור 3

איור שממחיש את האנלוגיה לשביל ביער.



איור 3

העובדה שלמידה מחווטת מחדש את הנוירונים שלכם, מראה עד כמה המוח שלכם דינמי (פלסטי) – כלומר שהמוח משתנה ואינו נשאר מקובע. תרגול או חזרה מפעילים שוב ושוב את הנוירונים שלכם וגורמים לכם ללמוד. השינויים האלה מתרחשים מוקדם, כבר בשלב שבו תינוקות נמצאים ברחם אימם, וממשיכים במהלך חייו של האדם. אם כן, השאלה היא כיצד אתם יכולים לסייע לנוירונים שלכם ליצור את הקשרים שלהם ולחזקם? כאן, אנו מציגים שתי אסטרטגיות שנראות מתאימות יותר לאופן שבו המוח שלכם פועל, ויכולות לסייע לכם ללמוד טוב יותר.

אלו אסטרטגיות למידה מתאימות יותר למוחכם?

אסטרטגיה 1: הפעלה חוזרת של הנוירונים שלכם

מאחר שהקשרים בין הנוירונים שלכם צריכים להיות מופעלים פעמים רבות כדי להפוך חזקים ויעילים יותר, אסטרטגיה ראשונית וקריטית היא להפעיל אותם שוב ושוב. משמעות הדבר היא שכדי ללמוד טבלאות חשבוניות, לדוגמה, עליכם להתאמן עליהן באופן חוזר, כדי לבסס "שביל" בין הנוירונים שלכם. כתינוקות, לא הייתם מסוגלים לדבר וללכת בתוך יום אחד: התאמתם הרבה. אולם חשוב לזכור שרק קריאה או התבוננות בטבלאות האריתמטיקה שלכם לא תהיה מועילה בחיבור הנוירונים שלכם. אתם עשויים גם לחוות זאת כדבר משעמם שאינו מעודד מעורבות. כדי ליצור את הקשרים בין הנוירונים שלכם, אתם צריכים לשחזר את הטבלאות החשבוניות מזיכרוןכם. במילים אחרות, אתם צריכים לנסות להיזכר בתשובה בעצמכם כדי להפעיל את הקשרים שלכם. איננו אומרים שזה קל לביצוע! אולם מדענים חושבים שה"מאבק" הזה משפר למידה בגלל שהאתגר מצביע על כך שאתם בונים קשרים חדשים. זיכרו, למידה של משהו חדש היא כמו טיפוס בשיחים ללא שביל מסומן. אתם ככל הנראה תלכו לאט בהתחלה, אולם אם תמשיכו לטפס השביל יתחיל להיווצר, ובסופו של דבר אתם תלכו על שבילים מבוססים. יתרה מזו כשאתם כן מנסים להיזכר במה שלמדתם ועושים טעויות, זה יכול לסייע לכם לזהות את הפערים בלמידה שלכם, ולהצביע על איזה שביל צריך עדיין לעבוד.

הפעלה חוזרת של הנוירונים שלכם (Repeatedly Activating Your Neurons)

תרגול רב בניסיון לשלוף מידע מזיכרוןכם, לדוגמה על ידי הסברת הרעיון לחברים או מענה על שאלות מבדק.

מדענים גם הצביעו על כך שביצוע מבחנים או מבדקים יכול לסייע לכם לזכור מידע טוב יותר מאשר למידה בלבד [4]. לדוגמה, אם אתם לומדים את הטבלאות החשבוניות שלכם כשהן מופרדות עם תקופות מבדק, אתם ככל הנראה תצליחו יותר בבחינה הסופית שלכם מאשר אם רק למדתם בלי לתרגל. מדוע? הבחינות דורשות מכם לשלוף את המידע מהניורונים שבהם המידע מאוחסן, וכך להפעיל את הקשרים שלכם ולתרום לחיזוק שלהם. הנקודה היא אם כן לתרגל את השליפה בדרך שיוצרת מעורבות. ישנן אסטרטגיות שונות שאתם יכולים לנסות בבית, כמו למשל לענות על שאלות תרגול או להשתמש בכרטיסיות. הטכניקות האלה יכולות לשפר את הלמידה יותר מאשר קריאה מחדש או הקשבה להרצאות (כל עוד אתם לא הופכים את הכרטיסיות לפני שאתם שולפים את התשובה מהזיכרון!). אסטרטגיות אחרות כוללות הכנת שאלות לשאול חברים לכיתה או הורים, כמו גם פתירה מחודשת של מבחנים או תרגילים.

השתמשו בדמיונכם! מה שאתם צריכים לזכור זה שקודם כל כדי שהניורונים שלכם יחזקו את הקשרים שלהם, אתם צריכים לשלוף את המידע ולהימנע מקריאה או מהקשבה לתשובה בלבד. שנית, אתם צריכים לתכנן דרך לקבל משוב כדי לדעת אם קיבלתם משהו נכון או שגוי. אל תאבדו את הנחישות אם אתם מתמודדים עם אתגרים, זהו שלב טבעי בתהליך הלמידה שמתרחש במוחכם!

אסטרטגיה 2: ריווח הפעלת הניורונים שלכם

כעת, משאתם יודעים שניורונים צריכים להיות מופעלים שוב ושוב כדי שתתרחש למידה (ושהמשמעות היא שליפת מידע), אתם ככל הנראה תוהים באיזו תדירות עליכם להתאמן. מדענים שחוקרים את המוח הלומד הבחינו בכך שהפסקות ושינה בין מקטעי למידה מעצימות את הלמידה וממזערות את השִׁכָּחָה [5]. לכן, נראה טוב יותר לשלוף את המידע לעיתים קרובות עם מקטעי תרגול בין תקופות הלמידה, בניגוד לתרגול מתמשך (תרגול מטלה באופן רציף וללא מנוחה).

לדוגמה, במקום ללמוד או להכין שיעורי בית במשך שלוש שעות, שאחריהן אתם ככל הנראה תרגישו מותשים בכל מקרה, אתם יכולים להפריד את תקופת הלמידה הזו לשלושה מקטעים של שעה אחת, או אפילו לשישה מקטעים של חצי שעה. בקיצור, כאשר אתם מרווחים את אימון השליפה שלכם, אתם מאפשרים למוחכם ליצור את הקשרים שחיוקתם במהלך מקטעי התרגול שלכם באופן יעיל יותר. כשאתם לוקחים הפסקה קצרה מאימון, נאמר התרעננות של 20 דקות, אתם מאפשרים תחזוק או החלפה של קולטנים על פני השטח של ניורונים. הקולטנים הם כמו שקעים חשמליים שמקבלים את האימפולסים העצביים (אותות חשמליים) מניורונים אחרים. לקיחת הפסקה מסייעת להם לעבוד טוב יותר: הניורונים שלכם יכולים, לכן, להעביר ביתר קלות את האימפולסים החשמליים שלהם לניורונים אחרים. לבסוף, כשאתם ישנים בין מקטעי תרגול, אתם למעשה מרוויחים ממקטע שליפה חופשית שבזמן שאתם ישנים מוחכם מפעיל מחדש את הקשרים בין הניורונים שהפעלתם במהלך הלילה. אתם יכולים לקבל תועלות דומות גם מתנומה. בפעם הבאה שאתם מוצאים את עצמכם מתנמנמים בכיתה, אתם יכולים לומר למורים שלכם שאתם למעשה מבצעים מקטע תרגול שליפה!

בקיצור, כאשר מרוויחים את הלמידה, ובמיוחד את אימוני השליפה, מוחכם פעיל יותר מאשר כשאתם לומדים באופן מקובץ במקטע אחד ארוך.

ריווח הפעלתם של ניורונים (Spacing the Activation of Neurons)

תרגול לעיתים קרובות יותר וקצרות יותר. לדוגמה, במקום לנסות ללמוד במשך שעתיים ברצף, למידה בארבעה מקטעים של 30 דקות במשך כמה ימים מאפשרת למוחכם לקחת הפסקות ולישון, מה שמסייע לכם לזכור טוב יותר בטווח הארוך.

בנקודה הזו, אתם ככל הנראה שואלים את עצמכם כיצד לרווח את הלמידה בחיי היומיום שלכם. החדשות הטובות הן שישנן כמה דרכים לעשות את זה, שאפשר לסגל בקלות לכישורים שונים, כמו למשל פתרון של בעיות מתמטיות או שינון הגדרות. השינוי הכי מובן מאליו שאתם יכולים לבצע בלוח הלימודים שלכם הוא לפרק את המקטעים למקטעים קטנים יותר. אתם יכולים גם לבקש מהמורים שלכם לבצע בחני חזרה יומיים או שבועיים, ומטלות אחרות. לבסוף, ריווח יכול להתבצע על ידי אימון במקטעים: קט של בעיות שמסודרות כך שאי אפשר לפתור את הבעיות העוקבות באותה האסטרטגיה. לדוגמה, אתם יכולים לערבב את בעיות המתמטיקה שלכם כך ששאלות בגאומטריה, באלגברה, או באי שוויונים מסודרות בסדר אקראי. התמורה הנוספת של הפרדה היא שאתם נעשים מעורבים בפעילויות שונות בין שני מקטעים, מה שמאפשר לכם לנצל טוב את זמנכם. בקצרה, דבר אחד שכדאי לזכור הוא שהמידע שקודם לכן נלמד ידרוש פחות מאמץ ללימוד מחדש מאחר שהריווח נותן למוח שלכם זמן לקונסולידציה – כלומר, שמוחכם מייצר את אבני הבניין שדרושות לקשרים שבין הניורונים שלכם.

מסקנות

מוחכם הוא המקום שבו למידה מתרחשת, ולכן אתם צריכים לשמור על הניורונים שלכם פעילים כדי לעשות אופטימיזציה לשימוש בלימודים בכיתה או בבית. לשתי אסטרטגיות הלמידה שהוצעו במאמר הזה יש את הפוטנציאל לסייע לכם ללמוד טוב יותר על ידי יצירת תנאים אופטימליים לחזק ולגבש (לעשות קונסולידציה) לקשרים שבין הניורונים שלכם. כעת אתם יודעים שאתם יכולים להשתפר על ידי שימוש חוזר ב"שבילים" במוחכם, ועל ידי ריווח התרגולים שלכם. ההבנה הטובה יותר הזו של האופן שבו מוחכם לומד ושל השימוש באסטרטגיות למידה תומכות, יכולה כעת לאפשר לכם לסייע למוחכם ללמוד טוב יותר!

תודות

אנו רוצים להודות לאלה שסייעו בתרגום המאמרים באוסף הזה כדי לעשותם נגישים יותר עבור ילדים מחוץ למדינות דוברות אנגלית, ולקרן Jacobs בגין סיפוק הכספים הנדרשים לתרגום המאמרים. עבור המאמר הזה, אנו רוצים להודות במיוחד לניינק ואן-אטבלדא ולסאבין פיטרס על התרגום להולנדית.

מקורות

1. Blanchette Sarrasin, J., Nenciovici, L., Brault Foisy, L.-M., Allaire-Duquette, G., Riopel, M., and Masson, S. 2018. Effects of inducing a growth mindset in students by teaching the concept of neuroplasticity on motivation, achievement, and brain activity: a meta-analysis. *Trends Neurosci. Educ.* 12:22–31. doi: 10.1016/j.tine.2018.07.003
2. Rossi, S., Lanoë, C., Poirel, N., Pineau, A., Houdé, O., and Lubin, A. 2015. When i met my brain: participating in a neuroimaging study influences children's naive mind-brain conceptions. *Trends Neurosci. Educ.* 4:92–7. doi: 10.1016/j.tine.2015.07.001

3. Kania, B. F., Wronska, D., and Zieba, D. 2017. Introduction to neural plasticity mechanism. *J. Behav. Brain Sci.* 7:41–8. doi: 10.4236/jbbs.2017.72005
4. Zaromb, F. M., and Roediger, H. L. 2010. The testing effect in free recall is associated with enhanced organizational processes. *Mem. Cogn.* 38:995–1008. doi: 10.3758/MC.38.8.995
5. Callan, D. E., and Schweighofer, N. 2010. Neural correlates of the spacing effect in explicit verbal semantic encoding support the deficient-processing theory. *Hum. Brain Mapp.* 31:645–59. doi: 10.1002/hbm.20894

פורסם אונליין: 07 בפברואר 2022

נערך על ידי: Nienke Van Atteveldt

מנחה מדעי: Serena Petrocchi

ציטוט: Blanchette Sarrasin J, Brault Foisy L-M, Allaire-Duquette G and Masson S (2022) הבנת מוחך מסייעת לך ללמוד טוב יותר. *Front. Young Minds.* doi: 10.3389/frym.2020.00054-he

תורגם והותאם: Blanchette Sarrasin J, Brault Foisy L-M, Allaire-Duquette G and Masson S (2020) Understanding Your Brain to Help You Learn Better. *Front. Young Minds* 8:54. doi: 10.3389/frym.2020.00054

הצהרת ניגוד אינטרסים: המחברים מצהירים כי המחקר נערך בהעדר כל קשר מסחרי או פיננסי שיכול להתפרש כניגוד אינטרסים פוטנציאלי.

COPYRIGHT © 2020 © 2022 Blanchette Sarrasin, Brault Foisy, Allaire-Duquette and Masson. זהו מאמר בגישה פתוחה שמופץ תחת תנאי רישיון Creative Commons Attribution License (CC BY). השימוש, ההפצה או ההעתקה מותרים לשימוש בפורומים אחרים ובלבד שיינתן קרדיט למחברים (המקוריים ולבעל זכויות היוצרים, ושהפרסום המקורי בעיתון זה מצוטט בהתאם למקובל באקדמיה). השימוש, ההפצה או ההעתקה אינם מותרים אם הם אינם עומדים בתנאים אלה.

סוקרים צעירים

DR. H. BAVINCKSCHOOl, גיל: 8-12

אנו כיתות משולבות 5-6 ו-7-8 של בית ספר Bavinckschool בהארלם, הולנד. זוהי קבוצה של 40 ילדים (19 בקבוצות 5-6 ו-21 בקבוצות 7-8) שלהוטים ללמוד קצת יותר ממה שמוצע בתוכנית בית הספר הרגילה. היה להם כיף גדול לסקור עבור פרונטייר - מדע לצעירים, הם עברו על המאמרים במיקוד והתלהבות גדולים וסיפקו משוב מהותי. הם נהנו מאוד לתרום למדע ולסייע!

LOCARNO HIGH SCHOOL, גיל: 17-18

היי! אנחנו שתי כיתות בבית ספר Locarno בשווייץ. אנו לומדים כימיה וביולוגיה. אנו בשנה האחרונה של בית הספר, ומתכוננים לבחינות הסופיות שלנו, שאותן נתחיל בעוד חודשיים. זו הייתה חוויה נהדרת לנתח



את המאמר, ואנו מודים לכם על הפעילות שסיפקתם לנו. הודות לכם, היינו מסוגלים לתת משוב על הטקסט המדעי באנגלית (שזו אינה שפת האם שלנו). הרגשנו מועצמים מאוד!

הכותבים



JÉRÉMIE BLANCHETTE SARRASIN

אני דוקטורנטית באוניברסיטת קוויבק במונטריאול. אני חוקרת כיצד המוח לומד וכיצד אפשר להפיק תועלת מהידע הזה כדי לטפח שיטות הוראה שיהיו מתאימות יותר למוח הלומד. המחקר שלי מתמקד בהוראה לתלמידים על האופן שבו המוחות שלהם לומדים כדי לסייע להם ללמוד טוב יותר! *blanchette_sarrasin.jeremie@uqam.ca



LORIE-MARLÈNE BRAULT FOISY

אני פרופסורית באוניברסיטת קוויבק במונטריאול (UQAM). אחרי שלמדתי כדי להיות מורה בבית ספר יסודי, החלטתי שאני רוצה לדעת יותר על האופן שבו ילדים לומדים. זו הסיבה לכך שאני עורכת מחקר בחינוך. אני מאמינה שחשוב להבין טוב יותר מה קורה במוח של ילדים כשהם לומדים דברים שונים (כמו למשל קריאה ומדע). אם נבין טוב יותר כיצד המוח שלהם לומד, זה יספק לנו רמזים לאיך ללמד טוב יותר!



GENEVIÈVE ALLAIRE-DUQUETTE

אני פוסט-דוקטורנטית בבית ספר קונסטנטנר לחינוך, אוניברסיטת תל אביב. המחקר וההוראה שלי מתמקדים במחקר רב-תחומי של למידה, התפתחות והוראה אנושית, כלומר מיינד, מוח וחינוך (MBE). עבודתי הנוכחית מנסה להבין טוב יותר את המנגנונים של סיבתיות במדע ובמתמטיקה באמצעות שיטות של מדעי המוח הקוגניטיביים.



STEVE MASSON

אני פרופסור באוניברסיטת קוויבק במונטריאול. באמצעות שיטה שנקראת דימות תהודה מגנטית, אני מסתכל אל תוך המוח במטרה לראות מה משתנה כאשר תלמידים לומדים בבית הספר. לעיתים, אני אפילו בוחן אם האופן שבו מורים מלמדים משפיע על מה משתנה במוח של תלמידים כשהם לומדים. די מגניב.

מוזיאון המדע ע"ש בלומפילד ירושלים
متحف العلوم على اسم بلومفيلد القدس
Bloomfield Science Museum Jerusalem



הוצאת פרונטירז מדע לצעירים ישראל
Hebrew version provided by



THE SAGOL NETWORK