

## ההיסטוריה המופלאה של מדעי המוח

**Stefano Sandrone**

המכון לפסיכיאטריה, King's College בלונדון, לונדון, בריטניה

כל מה שאתם יודעים מאוחסן במוח שלכם. כל מה שאינכם יודעים אתם יכולים לברר דרך האינטרנט. אולם כפי שאתם יכולים לדמיין, בעבר לא היו מחשבים וכלל לא היה אינטרנט. חשבו על אנשים שחיו לפני 3,500 שנים במקומות שבהם פירמידות התנשאו למרומים, במקום הבניינים המודרניים שאתם רואים סביבכם כיום. המחסור בהסברים לשאלות של כיצד הדברים פועלים הניע את הקדמונים לבצע גילויים חדשים ולהזין את הסקרנות שלהם.

אולם אל תחשבו שהם היו בורים: למעשה, אנו עדיין תוהים כיצד המצרים הצליחו לבנות פירמידות בעזרת הטכנולוגיה הפרימיטיבית יחסית (למיטב ידיעתנו) שלהם. הם העלו את הידע שלהם על הכתב בספרים (שנקראים מגילות **פפירוס**) כך שצאצאיהם יוכלו להיתרם מהמומחיות שהם רכשו (איור 1).

לקחות בצורה בטוחה ובריאה יותר הייתה עדיפות עליונה עבור הקדמונים: כשהם פצעו את ראשיהם בקרב הם נהגו לרפא את פצעייהם באמצעות תרופות שגילו בעצמם. חלק מהתרופות האלה נרשמו על פפירוס, וכתבים אלה ידועים כיום בתור "פפירוס אדווין סמית" [2]. מעניין לדעת שאלה הן הראיות הקדומות ביותר שיש לנו בכדור הארץ למילה "מוח", והן מלפני 3,500 שנים (ראו איור 2). השתמשו ב**כתב חרטומים** כדי לכתוב את המילה "מוח" בחלל הריק שמתחת לתמונה.

### סוקרת צעירה

ALMA

גיל: 9



### פפירוס

(Papyrus)

חומר עבה שדומה לנייר ומיוצר מצמח שנקרא... פפירוס!

### כתב חרטומים

(Hieroglyphics)

שיטת הכתב שהייתה נהוגה במצרים העתיקה, כפי שאפשר לראות באיור 2. באופן מסקרן, האותיות של כתב החרטומים דומות יותר לתמונות מאשר לאותיות שבהן אנו משתמשים כיום!

## איור 1

הומור מצרי עתיק [1].



איור 1

אולם כתיבת המילה מוח על נייר פפירוס לא פתרה את כל הסקרנות והשאלות שסבבו אותה. למשל, לפני 2,500 שנים בערך היוונים הקדמונים תהו אם הנפש והנשמה שוכנות במוח או בלב. לפי המצרים, הלב היה האיבר הכי חשוב בגוף, והיה היחיד ששומר בגופות בתהליך החניטה (זה שמו של תהליך שימור גופת המת, שבסופו הגופה נקראה מומיה), בעוד שהמוח בדרך כלל הוסר דרך חלל האף.

לפני 2,000 שנים, כלומר 500 שנים לאחר שהחל הוויכוח, אדם בשם קלאודיוס גלנוס היה בטוח שפתר את השאלה: היה זה המוח, לא הלב, שהיה מרכז הפעילות המנטלית של האדם. אולם גלנוס היה צריך לשכנע אנשים אחרים סביבו כי מה שגילה היה נכון. זו לא הייתה משימה פשוטה, בעיקר מאחר שאנשים עדיין החזיקו באמונות הקודמות שלהם, ולא היו פתוחים מאוד לרעיונות חדשים. ממש כמו שגלנוס עשה, כל חוקר מוח צריך להתבונן בזהירות על המציאות, להתמקד במשהו מעניין מאוד, לחשוב על האופן שבו הוא פועל (לנסח **היפותזה**), לספק תחזיות, לבצע **ניסויים** ולפרש את הנתונים שמתקבלים. באופן זה אפשר לאסוף ראיות משכנעות שאותן אפשר לחלוק עם אנשים אחרים. הצעדים האלה הם עמודי התווך של השיטה המדעית, שהיא ככל הנראה הבסיס לדרך החשיבה הכללית בתרבותנו. זו הוצגה לראשונה באופן רשמי לפני 500 שנה בלבד כאשר רנה דקארט ותומס וויליס הכריזו לבסוף שהמוח ניצח בוויכוח הנושן מול הלב. שאריות של הוויכוח המתמשך בסוגיית המוח לעומת הלב עדיין נוכחות בביטויי השפה שלנו: הביטוי באנגלית לשינון וללימוד שרוצים לזכור ולהפנים

### היפותזה (Hypothesis)

זהו הסבר שאפשר להציע כדי להסביר משהו שקרה; את ההסבר הזה אפשר לבחון באמצעות ניסוי.

### ניסוי (Experiment)

הליך (פרוצדורה) שיש לבצע כדי לקבוע אם היפותזה היא תקפה (ובכך לאשש אותה) או שאינה תקפה (ובכך להפריך אותה). באופן כללי יותר, זו דרך לספק תשובות לשאלות מדעיות.

## איור 2

למעלה: המילה "מוח" כתובה בכתב חרטומים. למטה: חלל ריק שבו אתם יכולים לכתוב את המילה "מוח" כפי שכתבו אותה המצרים הקדמונים (אפשר למצוא באינטרנט!).



איור 2

הוא, בפירוש מילולי, "ללמוד באמצעות הלב" (To learn by heart), בעוד שהיה מדויק יותר, לפחות מבחינה אנטומית, לומר "ללמוד באמצעות המוח" (To learn by brain).

אחרי ההישג הזה עלו שאלות חדשות בחקר המוח: מהו המוח וכיצד הוא בנוי? מחקר מוח יכול להתבצע באמצעות השראה ועבודה קשה, טעויות ומזל, שיתופי פעולה וקנאה, כמו גם נתונים שאפשר לפרש בדרכים שונות. לדוגמה, לפני 130 שנים בערך חוקר המוח האיטלקי קמילו גולג'י המציא שיטה חדשה ומדהימה לצבוע תאי עצב (נוירונים), שהם התאים שמהם מורכב המוח, וכך לראותם.

השיטה הזו, שנקראת "שיטת גולג'י", על שמו של פרופסור גולג'י, אפשרה לחוקרים לראות תמונות כמו זו שמוצגת למטה (איור 3). ה"נקודות" השחורות שמסומנות באותיות גדולות מייצגות את גוף תאי העצב, בעוד שהקווים השחורים הם החיבורים שבין התאים. תמונה דומה נראתה גם אצל החוקר הספרדי סנטיאגו רמון אי קחאל, שהיה קולגה של גולג'י והשתמש בשיטת גולג'י לראות את התאים, אך הסיק מסקנות שונות לגביהם. לפי גולג'י המוח הוא רשת מיוחדת שמורכבת מתאי עצב גדולים, בעוד שקחאל חשב שהמוח מורכב מהרבה תאי עצב קטנים שמחוברים ביניהם. מי צדק לדעתכם?

למעשה, שניהם צדקו וטעו. גולג'י השתמש בצורה נכונה בשיטה שפיתח, וקחאל פירש נכון את הנתונים. אפילו אם הם קצת קינאו אחד בשני, הם חלקו **פרס נובל** בשנת 1906.

לאחר שהמבנה הבסיסי של המוח הובן (אפילו אם ישנן שאלות רבות בנוגע למבנה המוח שאינן פתורות עדיין), חוקרי מוח התייחסו לשאלת התפקוד של המוח: כיצד הוא פועל? כיצד הוא מאפשר לנו לחוש, להרגיש, לחשוב, לדבר ולזכור? זכרו שהמוח הוא איבר מורכב: ייתכן שישנם יותר תאי עצב במוח שלכם מאשר מספר הכוכבים בשמיים, ותאי העצב מסוגלים לתקשר אחד עם השני במהירות גדולה יותר משל מטוס.

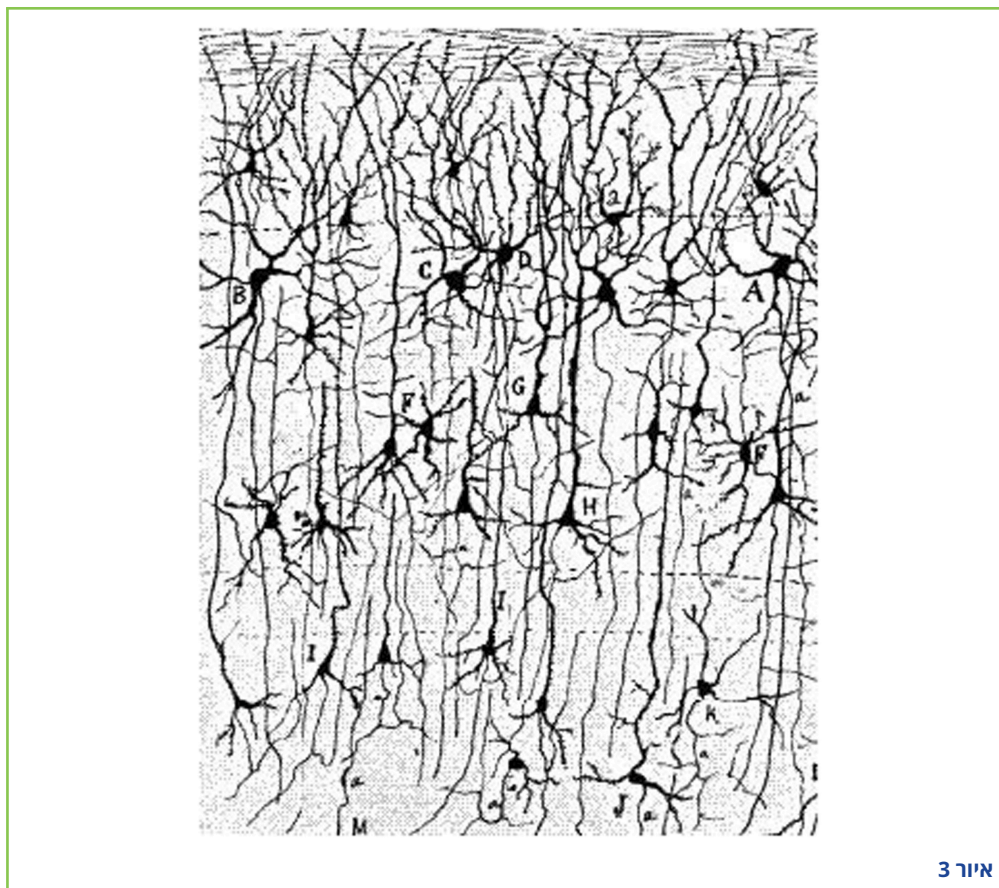
כדי לפשט את המורכבות הזו, קבוצת חוקרי מוח במאה העשרים החלה לחקור לא רק את מוח האדם אלא גם אורגניזמים פשוטים יותר במקביל. המחקר של דיונון ענק לימד

### פרס נובל (Nobel Prize)

פרס בינלאומי שניתן כל שנה למדענים יוצאי דופן. הוא נחשב לפרס היוקרתי ביותר שקיים בעולם המדעי.

### איור 3

התמונה שגולג'י וקחאל יכלו לראות. רשת מיוחדת שמורכבת מתאי עצב ענקיים, או מהרבה תאי עצב קטנים מחוברים זה לזה?



איור 3

### סינפסה

#### (Synapse)

ה"ציט" (כלומר תווך השיחה) של תאי העצב (הניורונים). כיצד סינפסות עובדות במוח? יש לנו כמה תשובות, אולם אתם יכולים לחקור אותן ולהגיע לתגליות מדהימות!

חוקרי מוח כיצד תאי עצב "מדברים" אחד עם השני (תווך ה"שיחה", שתאי העצב מדברים דרכו נקרא **סינפסה**); חשופיות ים גדולות עזרו לנו לגלות כיצד אפשר לאחסן זיכרונות ולשלוף אותם; צפרדעים וחתולים הסבירו כיצד מתאפשר לראות את העולם שסביבנו; עופות, עכברים וקופים הראו לנו כיצד מתפתחת מערכת העצבים כשאנו גדלים; מדוזות ואצות ירוקות אפשרו לנו לראות חלקים ממערכת העצבים. יתרה מזו, מאחר שהמוח הוא איבר חי אזי שהוא מזדקן, ולרוע המזל גם נעשה חולה לפעמים. אחד האתגרים העכשוויים הגדולים ביותר הוא למצוא תרופות למחלות נפשיות, אשר משפיעות על אנשים רבים ברחבי העולם.

אז, לאן מועדות פנינו בימים אלה? קשה לקבוע. מדעי המוח ומדע בכלל דומים למשחק של חיבור בין נקודות מפוזרות בלי שהפתרון ידוע, יותר משהם דומים לקו ישר ומוגדר של התקדמות. במדע, ממש כמו בספורט, ובאופן כללי בחיים, כאשר אתם מגיעים לגבול היכולת אתם מנסים לשבור את הגבולות ולהגיע לחזיתות חדשות. אתם עשויים לחשוב שאנו כבר יודעים הכול, אולם אני שמח לבשר לכם שאין זה נכון. אנו יודעים רק חלק מאופן פעולתו של המוח.

איננו יכולים לומר בדיוק כמה דברים עדיין נותר לגלות. האם החלק הטוב ביותר עוד לפנינו? ככל הנראה, כן. בכל מקרה, נגלה זאת יחד במהלך החיים והלימודים.



באמצעות הלב, באמצעות המוח ועם תשוקה לְדַבֵּר. והכי חשוב, עם הנאה מהתהליך.

## תודות

תודה רבה ל-Bruno Borgiani על שצייר את איור 1. איור 2 לקוח מהאתר: <http://faculty.washington.edu/chudler/papy.html>. איור 3 לקוח מהאתר: <http://www.cs.utexas.edu/~novak/cs381k418.html>.

## מקורות

1. Borgiani, B. 2006. CS 381K Artificial Intelligence: Lecture Notes. Available at: <http://www.cs.utexas.edu/~novak/cs381k418.html>
2. Kandel, E. R., Schwartz, J. H., and Jessell, T. M. 2012. Principles of Neural Science. New York: McGraw-Hill.

פורסם אונליין: 11 בינואר 2019

נערך על ידי: Robert T. Knight, University of California, Berkeley, USA

ציטוט: Sandrone S (2019) ההיסטוריה המופלאה של מדעי המוח. Front. Young Minds. doi: 10.3389/frym.2013.00014-he

### תורגם והותאם:

Sandrone S (2013) The amazing history of neuroscience. Front. Young Minds. 1:14. doi: 10.3389/frym.2013.00014

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

**COPYRIGHT** © Sandrone 2013. 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 (ים) המקוריים ולבעל זכויות היוצרים, ושהפרסום המקורי בעיתון זה מצוטט בהתאם למקובל באקדמיה. השימוש, ההפצה או ההעתקה אינם מותרים אם הם אינם עומדים בתנאים אלה.

## סוקרת צעירה

**ALMA, גיל: 9**

אני לומדת בכיתה ג'. נולדתי בסן פרנסיסקו ואני גרה כיום בחוף המזרחי של ארצות הברית עם ההורים שלי ועם אחותי הקטנה. אני אוהבת לקרוא ספרים בסדרת Katie Kazoo, ושקועה לחלוטין בהארי פוטר. אני מתרגשת להיות חלק ממדעי המוח למוחות צעירים מאחר שאני מתעניינת באופן שבו המוח פועל וממה שאנו יכולים לגלות עליו.



## הכותב

**STEFANO SANDRONE**

(Canelli, איטליה, 1988) אוהב אומנות, ספורט – במיוחד פוטבול – וכמובן את מדעי המוח ואת ההיסטוריה של חקר המוח! לאחר שלמד במילנו ובציריך, הצטרף לאחרונה ל- King's קולג' בלונדון. הוא חוקר את הפלסטיות, או הגמישות, של מערכת העצבים, כלומר היכולת של המוח להשתנות עם הזמן, והוא מסתכל אל תוך המוח באמצעות כלים מדהימים שנקראים "דימות מוחי".

Hebrew version  
provided by

מזיאון המדע ע"ש בלומפילד ירושלים (ע"ר)  
متحف العلوم على اسم بلومفيلد القدس  
Bloomfield Science Museum Jerusalem

