

המוח הנח- רשתות במוח

ד"ר גילמור קשת, מרכז "מעלות" במודיעין, gilmor.keshet@mail.huji.ac.il

מטרות השיעור

1. התלמידים יסבירו את עקרון התפקוד ברשתות במוח.
2. התלמידים יחקרו באופן ביקורתי ויצירתי את תפקוד הרשתות במוח.

סקירה

בשיעור הראשון בקורס התבקשו הילדים לציין עובדה שהם יודעים ושאלה שיש להם לגבי המוח. אחת ה"עובדות" שהילדים העלו הייתה: "המוח פועל ב-10% מהיכולת שלו". בנוסף מספר ילדים העלו את השאלות "האם זה נכון ואם כן, בכמה אחוזים מהיכולת שלו המוח פועל?". על מנת לעודד חשיבה ביקורתית ויצירתית וכדי ללמד את עיקרון הרשת בתפקוד המוח, תוכנן שיעור זה.

אחרי שלמדנו על מבנה המוח, תפיסה חושית ואזורי המוח המתאימים – השיעור הזה מאפשר לעשות אינטגרציה לכל מה שנלמד ולחשוב על החשיבה והידע כהפעלה של רשתות נוירונים.

רעיונות התוכן בשיעור:

1. עקרונות תפקוד המוח כמערכת של רשתות
2. תפקוד המוח בעת שביתה מפעולה מכוונת ("במנוחה"). נתפקודי זיכרון, קשב פנימי וחשיבה ספונטנית.
3. האמונה שרק כ-10% מהמוח "עובדים" בכל רגע נתון אינה נכונה.

רעיונות חשיבה בשיעור:

1. ערעור תפיסה שגויה כדי לעודד חשיבה ביקורתית
2. התנסות בחקר תיאורטי ותכנון ניסויים.

מקורות לשיעור

מיכל גרוברגר אתי בן-סימון. לא נחים לרגע, מהפכת המוח הנח. 2010, גלילאו, גליון 145, עמ' 40-47.

Raichle. *Two views of brain function*, 2010. Trends in cognitive sciences, Pg. 180-190.

אמצעים

הנספחים מודפסים וכלי כתיבה.

מהלך השיעור

1. **(5 דקות) פתיחה:** מזכירים להזכיר לילדים שבשיעור הראשון כשהתבקשו לציין עובדה שהם יודעים לגבי המוח, חלקם ציינו כי "המוח פועל ב-10% מהיכולת שלו" ואף ציינו זאת בשאלה שבחרו לשאול. **מפתחים דיון קצר אודות השאלות:** מה דעתכם עכשיו? בכמה אחוזים מהמוח יש פעילות כאשר רצים? כאשר פותרים בעיה מסובכת? איך אפשר לבדוק זאת? הילדים כבר למדו על הדמיית מוח ואף פענחו הדמיות PET. האם לדעתכם תהיה פעילות כאשר הנבדק נח (לא ישן, למשל בווהה בנקודה)? בכמה אחוזים המוח פועל לדעתכם כשהנבדק נח? אני מניחה שיאמרו מעט פעילות.
 2. **(כחצי שעה) "לא נחים לרגע":** קוראים יחד את הפסקה הראשונה במאמר "לא נחים לרגע", נספח א'. מסתכלים על התמונות שבתחתית הדף ומבקשים מהתלמידים לתאר ולאחר מכן לנסות להסביר מה רואים.
- **מסבירים לתלמידים** אודות שיטת ההפחתה- שיטה זו ייצגה השקפה רחבה על פעילות המוח שבבסיסה עמד הרעיון שהמוח, בדומה למחשב, מגיב בעיקר לפעילות הסביבה עליו וכל עוד לא 'נבקש' ממנו לבצע מטלה מסוימת, כמו לפתוח מסמך וורד או לשלוח דוא"ל, הוא יהיה במעין מצב המתנה ולא נראה בו שום פעילות מיוחדת.
 - **שואלים את התלמידים:** מה לדעתכם מתרחש במוח כשאנחנו במנוחה? (מלבד פיקוח על תפקודי הגוף הבסיסיים) השאלה מזמנת חשיבה יצירתית ודימיון. לכתוב את הצעות הילדים לפנינו.
 - **מספרים לתלמידים** שבשנת 2001 קבוצת חוקרים (בראשות פרופ' מרקוס רייקל מאוני' וושינגטון) פרסמה מאמר שבו ציינה את קיומה של רשת אזורים במוח שמראה דווקא ירידה בפעילות העצבית ולא עלייה, בזמן ביצוע מגוון רחב של משימות. רשת

זו מגיבה בעקביות בירידה בפעילות, בלא תלות בסוג המטלה הניתנת לנבדקים, בין אם מדובר בצפייה במילים, בשינון רשימת עצמים ובין אם במטלה אחרת. אם יורדת רמת הפעילות העצבית ברשת זו בזמן מטלה, משמע שבזמן מנוחה (היעדר מטלה) היא פועלת במרץ. החוקרים כינו רשת זו רשת ברירת המחדל שכן הם הסיקו שזו פעילות ברירת המחדל של המוח ברגע שאנו לא נותנים לו משימה מוגדרת אלא "מניחים אותו לנפשו". מעניין לציין שברגע שהרשת זכתה לשם, חוקרים רבים בתחום הדימויות התפקודי של המוח ציינו שגם הם ראו ירידה בפעילות האזורים הללו בזמן ביצוע מטלות, אך לא ייחסו לכך חשיבות.

- שואלים את התלמידים:** מהי רשת ברירת המחדל ומדוע היא מכונה כך? מדוע התגלתה רק לאחרונה? (בגלל טכניקת ההפחתה, כי החוקרים התמקדו בהפרש ושכחו את המקור להפרש). מה דעתכם? חוקרים רבים ראו אבל לא פרסמו. מדוע? האם יש חיסרון/יתרון בהתנהגות מדעית כזו? (חסרון – כי לא שמים לב לדברים שעשויים להיות חשובים, ויתרון – משום שמתמקדים במה שחשוב). להדגיש שבמדע חשוב לתאר את כל מה שרואים, גם אם לא יודעים כיצד להסביר או לפרש. צוות החוקרים תהה: מדוע יש לנו רשת עצבית שנראה כי תפקידה הוא לפעול בזמן מנוחה? מה בעצם עושה המוח כשאנו שובתים מפעולה? מה קורה כשאתם לא עוסקים במשהו מסוים?

משוחחים: כשאנו לא עוסקים אנו חושבים, מהרהרים על החיים, על הפעילויות שאתם רוצים לבצע, על החוויות שעברתם אתמול. חשיבה מסוג זה מוגדרת כחשיבה ספונטנית, כזו שאינה קשורה בהכרח לסביבה. תופעה זו היא חלק כה ברור ומהותי מחיינו עד שאנו נוטים לקבל אותה כמובנת מאליה. אנשים שאיבדו לתקופה קצרה (בשל פגיעה נוירולוגית כשבץ) את היכולת לנהל את מחשבותיהם, או במילים אחרות – את זרם התודעה שלהם מדווחים על חוויה מוזרה מאוד של ניתוק, חוסר חיבור לעצמם. קשה כל כך להפסיק 'לזרום' עם המחשבות, שאפילו עצירת נשימה נראית מטלה קלה יותר לביצוע.

- 3. (חצי שעה) רשת ברירת המחדל:** שואלים את התלמידים- "איך הייתם בודקים למה משמשת רשת ברירת המחדל?" נניח שאתם מתארחים בחופש הגדול במעבדת מחקר שחוקרת את המוח ויש בה את כל המכשירים שמשמשים לחקר המוח, ראש המעבדה מבקשת מכם להציע דרכים לבדוק למה משמשת רשת ברירת המחדל? מתחלקים לצוותים של 3-4 תלמידים ומבקשים שידונו וינסחו שאלות שהיו שואלים כדי לגשת לבעיה. מה הייתם שואלים קודם כדי למצוא דרכים לבדוק למה משמשת רשת ברירת המחדל? התלמידים מעלים שאלות. אפשר לתת דוגמא למודל לפתרון בעיות (לפי המודל לפתרון יצירתי של בעיות – נספח ו'):

מציאת בעיה ← מציאת עובדות ← מציאת רעיונות ← מציאת פתרונות ← מציאת הפתרון הקביל.

שאלות לדוגמא: אילו אפשרויות יש לרשת ברירת המחדל, אלו אפשרויות עלו לפי הספרות המחקרית? איזו הצעה אנחנו בוחרים לבדוק? כיצד נבדוק את ההצעה? (כל מערכת שנבדוק – פעילותה צריכה להתאים לאזורים הפעילים ברשת ברירת המחדל)

לאחר שמחלקים את הבעיה לתת-שאלות, מחלקים לכל צוות קטע מהמאמר: על פי הנושאים: חשיבה ספונטנית, הדמיית החיים, קשב פנימי, זיכרון.

4. (חצי שעה) דיון לאחר קריאת קטעי הקריאה:

- מהי חשיבה ספונטנית? מה מתרחש במוח שעושים "כלום"?
- קשה מאד לחקור חשיבה ספונטנית, איך הייתם עושים זאת?
- במקביל לשאלו: איך ניגשתם למאמר? מה עשיתם אחר כך? מה היו הקשיים שנתקלתם בהם? כיצד התמודדתם איתם?
- מה דעתכם על כל אחת מהתיאוריות?
- הציעו תיאוריה משלכם לתפקידה של רשת ברירת המחדל.
- כיצד הייתם בודקים האם התיאוריה שפיתחתם נכונה?

5. (10 דקות) סיכום: דיברנו היום על כל המתרחש במוח כשהוא לא עסוק במטלה. מה דעתכם על השאלות איתן פתחנו את השיעור:

- בכמה אחוזים מהמוח יש פעילות כאשר רצים? כאשר פותרים בעיה מסובכת?
- בכמה אחוזים המוח פועל לדעתכם כשהנבדק נח?
- איזה איזור במוח פועל כשהנבדק נח? זו פרובוקציה לעורר את הדיון על פעילות המוח ברשתות, ומה המשמעות של אופן הפעילות הזה לתחומי החיים השונים – למשל למידה, זיכרון.
- כשאתם חושבים על כל הפעילויות שהמוח עושה במנוחה, למה זה דומה? מה זה מזכיר לכם.
- כיצד הידע שלמדתם היום ישפיע עליכם בעתיד?

אפשרויות להרחבה/העמקה

1. "איך אנחנו יודעים מה שאנחנו יודעים?" תפקודי למידה וחשיבה במוח.
2. אם החשיבה קשורה לרשתות נוירונים, כיצד ניתן לשלב טכנולוגיה ברשתות הללו.
- (יד תותבת ביונית, גירוי חשמלי להפעלת תאי עצב) brain machine interphase.

ביצועי הבנה

התלמידים יציעו רעיונות להסבר התעלומה ולבדיקת ההשערות. מטרות השיעור הושגו אם חשנו שהצלחנו לערער את אמונת התלמידים במיתוס ה-10%. מטרות השיעור הושגו אם התלמידים הצליחו להציע רעיונות להסביר או אף להרחיב את מודל רשת ברירת המחדל, ואם אף הציעו מספר אפשרויות.

נספח א'- לא נחים לרגע- מהפכת המוח הנח

"גלילאו", ספטמבר 2010, מאת: אתי בן סימון ומיכל גרוברגר

באמצע שנות החמישים של המאה הקודמת חיבר לואיס סוקולוב סטודנט קולג' צעיר למכשיר הבודק צריכת חמצן במוח. הרופא האמריקני אפשר לנבדק שלו לנוח ולאחר מכן נתן לו לפתור תרגילים מתמטיים מורכבים. סוקולוב ציפה לצריכת חמצן גבוהה יותר בזמן הפעילות המתמטית, והופתע כשלא היה הבדל של ממש בין פעילות המוח במנוחה לזו שבזמן מטלה מורכבת. בדיעבד אפשר לומר שהיה זה כנראה מחקר המנוחה הראשון במדעי המוח. כיום ממצאים רבים מעידים על כך שפעילות המוח גבוהה באופן תמידי גם אם אין לנו מטלה מסוימת לביצוע, ושצריכת האנרגיה של המוח גבוהה בקביעות. המוח משתמש ב-20% מסך צריכת החמצן שלנו, צריכה ממוצעת זו תקפה גם למצבי פעילות קוגניטיבית (של חשיבה) וגם למצבי מנוחה (אף עלפי שהמוח שוקל רק כ-2% ממשקל הגוף. היום ידוע כי מרבית האנרגיה הזו מנוצלת לשיחות פנימיות של רשתות המוח השונות עם עצמן, גם כאשר אנחנו נחים ולא עושים דבר למראית עין. לממצא מסקרן זה הובילו שתי תגליות חשובות בחקר המוח שהתמזגו באורח פלא בעשור האחרון. במאמר זה ננסה לסקור את התגליות הללו ואת משמעותן לגבי פעילות המוח.

סנטיאגו ראמון כחל (1852-1934): "המוח הוא עולם המכיל מספר של יבשות שמעולם עוד לא הגיעו אליהן וטריטוריות נרחבות ולא מוכרות"

The brain is a world consisting of a number of unexplored continents and great stretches of unknown territory. Santiago Ramon y Cajal 1852-1934 (from *Recollections of My Life*, 1937)

נספח ב'- פתרון בעיות באופן יצירתי

- לפי Parnes, Nollen & Biondi (מתוך: קווי יסוד לתכנית לימודים ייחודית לתלמידים מחוננים במסגרת יום העשרה שבועי רחל זורמן ושלומית רחמל 1995)
- א. מציאת בעיה (problem finding)** הכוונה היא למצוא את הבעיה ה"חבויה" או ה"אמיתית" של מצב העניינים. ניתן לעשות זאת באמצעות הרחבה, ניסוח מחדש וזיהוי של תת-בעיות שקל יותר להבינן ולהתמודד אתן.
- ב. מציאת עובדות (fact finding)**. לאחר שהוגדרה הבעיה האמיתית, יש צורך לאסוף מידע רב הקשור אליה, לבחון את הבעיה מזוויות ראייה שונות וכן לבחון את אפיוני המצב.
- ג. מציאת רעיונות (idea finding)**. בשלב זה נעשה ניסיון להשתמש בדמיון שימוש מרבי כדי לבחון כיוונים רבים ככל האפשר של פתרונות אפשריים. בשלב זה משתמשים בטכניקות רבות לפיתוח הדמיון, כמו סינקטיקה וסיעור מוחות.
- ד. מציאת פתרונות (solution finding)**. לאחר שהוצעו חלופות רבות, שלב זה מתמקד בבחירת הרעיונות הטובים ביותר. הבחירה נעשית לפי קריטריונים ברורים, כמו קשר ליעד המקורי, מחירים, חומרים וציוד הדרוש לפתרון, השלכות של מוסר וחוק, גישות וערכים, קושי ביישום וכדומה.
- ה. מציאת הפתרון הקביל (acceptance finding)**. כשמגיע שלב יישומו של הפתרון, יש צורך לבחון עד כמה קהל היעד מקבל אותו. אם קהל היעד אינו מוכן לקבלו, יש צורך לבחון את הרעיון מחדש, ולהחליט האם וכיצד לשנותו.