



עשרים המלצות לתלמידי תיכון שמשתלבים במחקר עם מדענים

Berta Andújar¹, Gerard Campderrós¹, María García¹, Macarena Marino¹, Marta Mas¹, Lara Narbona¹, Laia Pérez¹, Pau Rodrigo¹, Anna Júlia Velásquez¹, Joana Vilà¹, Daniel Laguna¹, Timothée Flutre², Mathilde Bonnefond³, Guillaume Sescousse³, Livio Riboli-Sasco⁴

¹מכון Molins de Rei, Lluís de Requesens, קטלוניה, ספרד

²יחידת מחקר משותף להשבחה גנטית ואדפטציה של צמחים טרופיים וים-תיכוניים (UMR AGAP), המכון הלאומי לחקר אגרונומיה (INRA), מונפלייה, צרפת

³מכון Donders לחקר המוח, הקוגניציה וההתנהגות, אוניברסיטת Radboud בניימכן, ניימכן, הולנד

⁴Atelier des Jours à Venir, פריז, צרפת

סוקרת צעירה

ABBY
גיל: 15



עשרה תלמידי תיכון מקטלוניה, ספרד, ושני חוקרי מוח הולנדיים התחילו שיתוף פעולה מחקרי בשנת 2012 ביחס לשאלה כיצד צבעים עשויים להשפיע על יכולות למידה. שאלת המחקר הזו הוגדרה בלעדית על-ידי התלמידים ופותחה על-ידם, בעוד שהחוקרים הצטרפו לפרויקט הזה מאוחר יותר בהדרכתם של מדען מסייע ומורה. גישה קיצונית זו של "מדע אזרחי" כללה שיתופי פעולה בנוגע לשאלות שנשאלו על-ידי אזרחים, והיא הייתה מתגמלת מאוד לשני הצדדים. היא סיפקה כישורים, העצימה את המשתתפים והגבירה את הרלוונטיות החברתית של המדע, בעודה מאפשרת תקשורת שייתכן כי לא הייתה מתרחשת אחרת. אולם התהליך היה גם מאתגר, מה שעורר בקבוצה של עשרת התלמידים השראה להציע "עשרים המלצות" עבור תלמידים אחרים שמעוניינים לצאת למסע דומה. בהתאם להלך הרוח של כלל המחקר בפרויקט,

המאמר הזה הוא תוצר של מאמץ משותף של המשתתפים, ולכן הוא שונה מבחינה מבנית ממאמרים מדעיים אחרים.

שאלת המחקר: כיצד צבעים משפיעים על למידה במוח?

השאלה עצמה הייתה תוצר של מפגשי סיעור מוחות שנערכו ב-2012 על-ידי קבוצתנו - קבוצה של 10 תלמידי תיכון שמנסים לשאול כיצד המדע יכול לשפר את סביבתנו הקרובה. תהינו אם צביעת בניין בית הספר הישן שלנו עשויה להשפיע לחיוב על מצב הרוח שלנו ועל יכולתנו ללמוד. בעזרתה של מורתנו למדעי המחשב, D. Laguna, שאלה זו התפתחה לקטע וידיאו באורך של 2 דקות עבור התחרות המדעית "מדע העיר"¹. המדען שסייע לנו, Livio Riboli-Sasco, ביולוג התפתחותי, השתמש בשאלה זו כנקודת פתיחה לעירובם של שני מדעני מוח, Mathilde Bonnefond ו-Guillaume Sescousse ממכון Donders לחקר המוח בהולנד².

בתחילת שנת 2013 החל המסע המדעי שלנו שמטרתו לענות על שאלתנו המקורית. המדענים שימשו כמקורות לידע קיים, אך יותר מכך הם עזרו לנו לבנות את פרויקט המחקר החדשני. זה כלל הגדרה של סדרה של תת-שאלות לגבי הקשר שבין צבעים ולמידה במגוון הקשרים (למשל ריכוז, קריאה, זכירה וכדומה). ראו, לדוגמה, את מחקרם של Zhu ו-Mehta [1] ושחזור תוצאות של מחקרים קיימים. תכננו את הניסויים שלנו בהסתמך על ההבנות האלה ואספנו נתונים בבית הספר שלנו ב-Molins de Rei, קטלוניה, ספרד (ראו איור 1). המחקר שעשינו עשוי להתפתח בעתיד למחקרים נוספים שכוללים הדמיות מוחיות.

פגישותינו הקבועות ושיתוף הפעולה שלנו עם המדענים המקצועיים שהיו מעורבים בפרויקט הזה סיפקו לנו תובנות חשובות על התהליך של מחקר מדעי. לאחר שקראנו את המאמר המועיל במיוחד עשרים המלצות לפירוש של טענות מדעיות [2], החלטנו לכתוב 20 המלצות לתלמידי תיכון שמעוניינים להשתתף בתהליך של מחקר מדעי. ההמלצות האלה נחלקות לארבע קטגוריות עיקריות: דעותינו לגבי הגישות הפרטיות והקבוצתיות המוצלחות ביותר עבור פרויקט שכזה; עצות לגבי הדרך להתמודד עם קבוצה בלתי שגרתית כזו של חוקרים; מחשבותינו על כיצד כדאי לבצע מחקר כמדענים צעירים - משלב תכנון הפרוטוקול ועד לשלב של ניתוח הנתונים והסקת מסקנות, ולבסוף מחשבותינו על כיצד ליהנות מהתהליך עצמו.

אלו גישות הן המועילות ביותר עבור קבוצה של חוקרים צעירים? ראשית, שאלו את עצמכם מדוע בכלל אתם מעוניינים להשתתף במחקר.

עבור חוויית המחקר הראשונה שלנו, רצינו לשאול שאלה שיכולה לתרום לשיפור החינוך בדורות הבאים. אם אדריכלים של בתי ספר היו מבינים את המחקר הנוכחי על השפעתם של צבעים על מוח ולמידה, זה יכול היה לתרום לעיצובים שלהם. שאלתנו התמקדה בסביבה שלנו, בתקווה שלעבודה שלנו תהיה השפעה עליה. שאלות אלה עשויות לגרום לכם לתהות אם בית הספר שלנו נראה כמו ציור של מירו (Miró), אולם בעוד שציודו החיצוני של בית הספר הוא אפור, החלק הפנימי הוא צבעוני למדי. התקשורת האישית שלנו עם הצבעים בסביבתנו עוררה בנו השראה לחקור את הנושא לעומק.

¹ <http://www.scienceofthecity.net/>
זו תחרות שבה נאספים קטעי וידיאו קצרים על מדע אשר מיוצרים על-ידי אנשים שאינם מדענים. הווידיאו שלנו משך את תשומת ליבם של חלק מהשופטים, קבוצה של מדענים צעירים שהם גם יזמים חברתיים בחינוך מדעי חדשני, שכוללת את החוקר Livio Riboli-Sasco.

² באותו זמן, החברה הקואופרטיבית ללא מטרת רווח Atelier des Jours à Venir קיבלה את תמיכתה של הקרן של צרפת (Fondation de France) לסייע בתהליך שבו מדענים בלתי מקצועיים יהיו מספיק סקרנים כדי לשאול שאלות פתוחות ולבנות פרויקטים בסיסיים של מחקר יחד עם מדענים מקצועיים. מסגרת העבודה הזו שנקראת Nouveaux Commanditaires Sciences מבוססת על 20 שנות ניסיון של הקרן של צרפת בניוס קבוצות של אזרחים לתמוך כלכלית ביצירות אומנות. בימים אלה Atelier des Jours à Venir מאמצת את מסגרת העבודה הזו ומפתחת אותה מאומנות למדע. לפרטים נוספים ראו: <http://www.joursavenir.org/ncs/en>

איור 1

בית הספר שלנו
ב-Molins de Rei, 1907.



איור 1

לימדו על מתודולוגיית המחקר לפני שאתם מתחילים את פרויקט המחקר הניסיוני שלכם.
חפשו מידע מקדים על הניסוי באמצעות למידה של תחום המחקר שתעסקו בו וקריאה של מאמרים זמינים בנושא. בקשו הדרכה ממדענים, בפרט לגבי אופני הגישה לספרות מדעית רלוונטית. אכן, חוסר המומחיות שלנו בתחום הנחקר גרם לכך שהלכנו לאיבוד בקלות, וקראנו חומרים עם רלוונטיות מעטה לשאלת המחקר. שיקלו להתחיל מקריאה של כמה מאמרים מחקריים. אף על פי שזה עשוי להיות לא קל, הרעיונות נעשים נגישים הרבה יותר אם קוראים אותם צעד אחר צעד. המאמרים האלה יעזרו לכם להחליט אם המחקר שלכם הוא ישים ואם ההשערה (היפותזה) שלכם הגיונית וניתנת לבחינה.

זכרו שאינכם יכולים לענות על כל השאלות בבת אחת

ייתכן שתתחילו עם שאלה כללית, אך בהדרגה חשוב לצמצם אותה לשאלה בהירה ומדויקת מאוד. גם כאן, קריאת מאמרים מדעיים עוזרת בתהליך. המסע הזה לקראת שאלה ממוקדת ובסיסית לוקח זמן. לקבוצה שלנו לקח שנה לעדן ולדייק את הניסוח מ"מה ההשפעה של צבע על למידה?" לשאלה המוגדרת טוב יותר: "האם ההשפעה המועילה של אדום לעומת כחול על ריכוז תשומת הלב תלויה ברמת הבסיס של תשומת הלב?".

אל תפחדו משאלות מכל הסוגים

לכל השאלות, כולל אלה שאתם פוחדים שעשויות להישמע "טיפשיות", יש פוטנציאל לתרום לקבוצה כולה. כאשר מישהו בקבוצה שלכם מעלה רעיון או שאלה, ודאו שהקבוצה מקשיבה. אחרת, חלק מחברי הקבוצה עשויים להישאר מאחור או שרעיונות טובים עלולים להיזנח. כשדיברנו על הסתברויות, Berta מקבוצתנו שאלה שאלה שנראית פשוטה, והיא: האם יש סיכוי גדול יותר לקבל 6 מאשר 1 כאשר מטילים קובייה? במקום לבטל את השאלה, Ana-Julia העלתה את ההצעה המתקבלת על הדעת שששת החורים בפאה של הספרה 6 יכולים לגרום לה להיות קלה יותר מאשר הפאה של הספרה 1, ועל כן לגרום לקובייה להיות מוטה. כל רעיון סביר צריך להישמע, וחלק מהרעיונות האלה צריכים גם להיבחן.

אל תגבילו את עצמכם בשעות קבועות

חלק מ-20 הטיפים האלה הגיעו מהשראה בלתי צפויה שהייתה ל-Ana-Julia מקבוצתנו, שהתעוררה ב-2 לפנות בוקר וצעקה "קשת" (שם הקבוצה). אולם כאשר יש לכם מוטיבציה

לעבוד על משהו מתוך העניין האישי שלכם, במקום מחויבות לבית הספר, דאגו לא לאפשר לפרויקט האישי שלכם לפגוע בעבודותיכם לבית הספר.

קחו חלק בפרויקט בלי לצפות שהוא ישפר באופן ישיר את הציונים שלכם

אף על פי שלמדנו הרבה באמצעות פרויקט המחקר הזה, אנו עדיין צריכים זמן כדי ללמוד את התוכן האקדמי שנדרש בתוכנית בית הספר שלנו. לרוע המזל, חלק מהמבחנים שאנו עושים יבחנו ויעריכו את כישורי המחקר שאנו רוכשים. לדוגמה, ההבנה שרכשנו על ערכי-p (p-values) וסטטיסטיקה אינה חלק מתוכנית הלימודים שלנו, אבל בכל זאת אנו יודעים שיש לה ערך.

דעו שלפעמים יש דברים שצריכים להיות מוסברים יותר מפעם אחת

בכמה מקרים, היו נושאים שיכולנו להבין רק אחרי שהמדענים חזרו על ההסברים. אם יש לכם ספקות לגבי היכולת שלכם להבין, נסו ליצור ייצוג גרפי של הרעיונות שלכם. כדי להבין את הקונספט של ערכי-p ומובהקות סטטיסטית, שהם הכרחיים לביצוע מחקר, צפינו בווידיאו תוך כדי שמיעת הערות של המדענים. זה סייע בתקשורת ובהבנה הדדית, במיוחד מאחר שחברים בקבוצה שלנו דיברו בשפות שונות. למעשה, הרצון לבצע מחקר הוא תמריץ טוב לפיתוח כישוריכם בשפות שהשימוש בהן נפוץ במדע, כמו אנגלית.

בנו צוות חזק ואמין של חוקרים

הרכיבו את קבוצתכם מאנשים עם מחשבות וכישרונות מגוונים

יצירת קבוצה מסוג כזה מאפשרת לאנשים להיחשף לדעות ולתפיסות שונות משלהם. בעוד שלכולם צריכה להיות רמה גבוהה של מוטיבציה, התפיסות והפרטים המדויקים שמאחורי המוטיבציות האלה יכולים וצריכים להשתנות מאדם לאדם.

נסו ליצור איזון טוב בין גברים ונשים

כיום יש חוסר איזון בין גברים ונשים שעורכים מחקר מדעי, והשגת איזון טוב יותר יכולה להתחיל כבר בשלב מוקדם של קבוצות כמו שלנו. בקבוצה שלנו היה רוב נשי (8 מתוך 10), וקבוצות אחרות שמעורבות בפרויקטים דומים צריכות לשים לב ולנסות להכיל לפחות 50% נשים.

הקשיבו לטיעונים בעלי התוקף הרב ביותר

היו מודעים לכך שכאשר מבצעים מחקר מדעי קבלת החלטות על סמך דעת הרוב או ציפיה לתמימות דעים (קונצנזוס) אינן תמיד הגישה הטובה ביותר. לעיתים המיעוט מחזיק בטיעונים בעלי התוקף הרב ביותר, אולם כל חברי הקבוצה צריכים להיות מוכנים להקשיב בצורה אובייקטיבית למה שהכי טוב עבור הפרויקט. אפילו אם הטיעון מגיע מקבוצה קטנה, ודאו שאתם מקשיבים!

טפחו בקבוצה איכות של תקשורת חברתית טובה

קחו את הזמן להקשיב אחד לשני וליהנות משיחות מרגיעות, אשר אינן חייבות בהכרח לעסוק במדע. זה יכול לעזור לכולם להרגיש נינוחים יותר ומסוגלים יותר לבטוח בקבוצה. העובדה שהיה לנו מישהו שהדריך אותנו, שיכולנו לסמוך עליו, המורה שלנו Daniel, היוותה גורם מרכזי בהצלחתנו.

צרו קבוצה שחולקת גם תחומי עניין משותפים ולא רק מטלות בית ספריות

הקבוצה שלנו התגבשה בהדרגה, כשחלק מהחברים הצטרפו לקבוצה מאוחר יותר מאחרים. על-ידי כך שהיינו פתוחים לכל מי שהוא בעל תחומי עניין משותפים לשלנו, היינו מסוגלים לצרף לקבוצתנו חברים יקרי ערך.

שמרו על תקשורת עם משתפי הפעולה שלכם

זכרו שמדענים מקצועיים בדרך כלל מחוברים לדואר האלקטרוני שלהם, ועשויים לענות לכם במהירות מפתיעה. אפילו בהינתן הזמינות הזו, עדיין חשוב לקבל החלטות לגבי הצעדים הבאים שיש לנקוט בין הפגישות. מחסור במטרות ברורות בתחילת הפרויקט גרם לכך שלעיתים המחויבות שלנו בין מפגשים דעכה. חשוב שיהיה בתמונה מישהו מספיק עקבי שיחזיר אתכם חזרה למסלול בעת הצורך. המורה שלנו Daniel מילא את התפקיד הזה במקרה שלנו.

עיצוב פרוטוקול מחקר וניתוח נתונים גוזלים זמן ואנרגיה, אבל שווים את זה!

נסחו שאלת מחקר ברורה ונסחו היפותזה מוגדרת היטב שמתייחסת לשאלה הזו

ערכו דיונים על ניסויים שונים שאתם יכולים לבצע ומצאו את הניסוי שהוא הכי משתלם ובר-ביצוע. הגדירו את המשתנים שמעניינים אתכם, פשטו את הדרך שבה תבצעו את המדידות ושמרו על כמה שיותר דברים קבועים בין ניסוי לניסוי. זה יגביר את הסיכויים שהניסויים שתבחינו בהם בתנאים השונים הם באמת תוצר של הפרמטרים שאתם משחקים איתם ושמעניינים אתכם. אם אתם עובדים עם אנשים, נסו לדמיין את שלל ההתנהגויות האפשריות שלהם. לדוגמה, כשערכנו את הניסוי הראשון שלנו, כדי לרכוש קצת הכשרה, לא ציפינו שהמשתתפים יסתכלו על מסכי המחשב של אנשים אחרים בזמן שהם מבצעים את המטלה במחשב שלהם.

החליטו כיצד תאספו את הנתונים ותארגנו אותם לפני ביצוע הניסויים

לחוסר הצלחה בשלב הזה עשויות להיות תוצאות דרמטיות, אפילו עד כדי חוסר יכולת לנתח את הנתונים שלכם. הקבוצה שלנו כמעט לא יכלה לנתח את הנתונים באחד הניסויים שלנו מאחר ששכחנו כיצד הם קודדו (רשימת מילים שקודדה באמצעות מספרים). כאשר הדבר אפשרי, במיוחד כאשר אתם מבצעים ניסויים שקשורים בהתנהגות אנושית, נסו להשתמש בתוכנת מחשב לאיסוף הנתונים. עבור הפרויקט שלנו, הדרך הזו הייתה אמינה יותר מאשר איסוף ידני של הנתונים, וזו גם הייתה דרך טובה להתנסות בתכנות! היינו מופתעים מכמות המידע הגדולה שנדרשת כדי להגיע למסקנה מדעית.

אספו כמה שיותר מידע במהלך הניסוי, אפילו נתונים שאינכם בטוחים שיהיו שמישים עבורכם

לעולם אין לדעת באיזו פיסת מידע תרצו להשתמש בהמשך. אנו בסופו של דבר השתמשנו בהרבה מהתצפיות הנוספות האלה כדי לדייק יותר בפירושים שלנו ולנסח את שאלות המחקר הבאות. בלי מעקב מוקפד על המידע הזה, הדיוק שהושג לא היה מתאפשר.

היו מוכנים להעריך את התוצאות שלכם בצורה ביקורתית

היו ערים לפירושים שעשויים להיות מוטעים, ונסו להבחין בין התוצאות שהייתם רוצים להשיג ובין התוצאות שהשגתם בפועל. נוסף על כך שאלו את עצמכם אם התוצאות שלכם הן מציאותיות. אם היינו מגלים למשל שהצבע אדום מגביר פי חמישה את יכולת התלמידים לשנן חומר, היינו יודעים שהתוצאה היא ככל הנראה מופרזת.

נסו לשחזר את התוצאות של ניסויים קודמים שפורסמו, ולאשש שהשיטות שלכם תקפות והטכניקה שלכם ברמה גבוהה

במקרה שלנו, קראנו מאמר של Shimamura ו-Doerksen [3], ושחזרנו את תוצאות הניסוי שלהם אשר מראות כי אנשים זוכרים טוב יותר מילים שמקושרות לרגשות. הניסוי הראשון שתערכו ככל הנראה יהיה פּאָוּטִי. אנו היינו מופתעים מהמידה שבה נאלצנו לאלתר בזמן אמת. במקום להיות מופתעים קבלו את העובדה שכישלונות הם צפויים בנסיונות הרצה ראשונים, והם מספקים הזדמנויות ללמוד ולהפחית את מידת האלתור בניסויים הבאים. אם בחרתם מלכתחילה לשחזר ניסוי שהוא בעל תוצאות יציבות, ייתכן שאפילו תצליחו לשחזר את התוצאות למרות הפּאָוּטִי! לפני שהרצנו את הניסוי העיקרי שלנו בחנו את מערך הניסוי שקשור בשאלות שלנו על כמה נבדקים. מטרתו של ניסוי הפיילוט הזה היא לזהות מה עשוי להשתבש ביחס לשאלה מסוימת, כדי שהכול יהיה מוכן כאשר נתחיל את הניסויים האמיתיים.

היו גאים במה שאתם עושים ותיהנו!³

רעיונות מחקר טובים יכולים להגיע מכל תלמיד בעל חשיבה ביקורתית; לא רק מתלמידים מצטיינים בבתי הספר הנחשבים ביותר

התלמידים שהיו שותפים בפרויקט הזה היו תלמידים "רגילים" וסקרנים בבית ספר ממוצע בפרבר של ברצלונה. אולם המעורבות שלהם אפשרה להם לקחת חלק בפרויקט מחקר בסיסי ומשמעותי. סקרנות ומחשבה עמוקה אינן זכויות המוגבלות לקבוצות מסוימות בלבד. אנו מאושרים לשמוע שתלמידים מכל הרקעים מעורבים בסוג מחקר כזה, כולל בתי ספר בליסבון, שם עשויות להיות הזדמנויות מעטות יחסית לעסוק במדע.

לבסוף, תיהנו!

הקבוצה שלנו רצתה לכתוב את ההמלצות האלה מאחר שעבורנו ביצוע המחקר היה חוויה מספקת מאוד. פגשנו אנשים נפלאים, ואפילו שהפרויקט לא הוטמע באופן שתוכנן, הקשרים שנוצרו הם יקרי ערך ומהווים תוצר מספק בפני עצמו.

מחשבות אחרונות

אנו מקווים שהניסוי שלנו יעזור לרבים אחרים להיות מעורבים בפרויקטים דומים של מחקר, ואנו נשמח לשמוע עליהם. פרטים נוספים ועדכונים על הפרויקט שלנו אפשר למצוא באתר שלנו⁴. עצתנו האחרונה, שאפשר להחשיב כהמלצה ה-21, היא להשתמש במדע כדי להתחבר עם אנשים אחרים. הקבוצה שלנו יצרה קשרים נהדרים והשתמשה בבלוג כדי לשאול שאלות. חלקנו את ההמלצות האלה מאחר שהחוויה הזו השאירה אותנו בתחושה מועצמת מאוד, ואנו רוצים שגם לאחרים תהיה הזדמנות כזו. מדע יכול להיות כלי עוצמתי עבור השפעה ועיצוב של העולם סביבנו, גם כשהוא מבוצע בקנה מידה מקומי.

המסייע - Livio Riboli-Sasco

אני הבנתי שהאידיאלים האלה יכולים להפוך למציאות אם עובדים קשה על סביבת עבודה מדויקת וממוקדת. צריך גם לערב אנשים שמעריכים תוצרים מוחשיים, לפחות באותה המידה שהם מעריכים רעיונות גדולים. המדענים המעורבים צריכים להבין שהקצב של מדע אמיתי בעל תוצאות מדעיות באיכות גבוהה הוא איטי במידה מפתיעה. ההאטה היא זו שמאפשרת שיתוף פעולה כל כך לא שגרתי, ומבטיחה שהידע שנייצר יהיה משמעותי.

³ההמלצות האלה נכתבו על-ידי המסייע, המדענים והמורה.

⁴<http://icilproject.wordpress.com/>

התלמידים

אנו למדנו במה באמת עוסק מדע, כמה זמן לוקח להפיק כמות קטנה של ידע, וכיצד מתודולוגיית מחקר היא מועילה לצורך ראייה ביקורתית על העולם, בפרט כאשר עוסקים במידע שעשוי להיות מוטעה, כמו למשל מידע שמדווח על-ידי התקשורת.

המדענים – *Mathilde Bonnefond, Guillaume Sescousse*

אנו למדנו להנחות בצורה שונה מזו שהיינו רגילים אליה. רצינו לוודא שהתלמידים יוכלו לפתח את הרעיונות שלהם ולדייק אותם עד לניסוח של היפותזת מחקר שמבוססת על הספרות המדעית הקיימת. תוך כדי העבודה מחוץ לסביבתנו הרגילה הרגשנו כמה זה חשוב לספק גישה חופשית לספרות המדעית. רצינו גם שהתלמידים יישארו עם מוטיבציה גבוהה אף על פי שנדרשת עבודה איטית של צעד אחר צעד (שבה עונים על שאלה אחת בכל פעם), ואף על פי שכמות העבודה היא רבה. בסך הכול, החוויה הזו חיזקה את אמונתנו בכך שכל אחד מאיתנו יכול להיות מדען, תחת הנחיה מתאימה, ושהאיכות העיקרית שצריכה להיות למדען היא סקרנות, אשר נמצאת בשפע במוחות צעירים! נדהמנו ממידת הרלוונטיות של שאלות התלמידים ומהבנתם המהירה כיצד לפתח שאלת מחקר ולבצע ניסויים מתאימים. לסיכום, למדנו הרבה מהפרויקט הזה, כולל מנה הגונה של ענווה, ולכן אנו ממליצים מאוד למדענים אחרים לקחת חלק בפרויקטים כאלה.

המורה – *D. Laguna*

אני למדתי על החשיבות של חיבור בין פעילויות בתי הספר ובין העולם האמיתי של המקצוענים, מדענים במקרה שלנו. לסוגי הפעילויות האלה יש כוח התמכה גדול על התפיסות, הן של המורים הן של התלמידים, ביחס לאופן שבו למידה אמורה להתרחש – משהו שנשכח לעיתים קרובות מדי בבתי הספר. יתרה מזו, התבהר מהתהליך שהצבת תלמידים בעמדה של חוקרים מגדילה את המוטיבציה שלהם. היינו מופתעים מכמות הזמן הנוסף שהתלמידים הקדישו, ומהמחויבויות שהקבוצה לקחה על עצמה. אני גם חושבת שהפרויקט הזה מראה שכל מורה או מורה אחרים, ללא קשר לנושא ההוראה שלהם, יכולים להיות מעורבים במחקר מדעי בהינתן התמיכה המתאימה, ושהמדע, אשר נתפס כאחד מתוצרי התרבות יקרי הערך ביותר שלנו, צריך להיות רב-תחומי.

אנו מודים לקרן של צרפת (Fondation de France) אשר תומכת כלכלית בתוכנית גם Molins de Rei - Nouveaux Commanditaires - Sciences, המוסמעת ב-Molins de Rei כמו גם במקומות אחרים באירופה על-ידי החברה הקואופרטיבית ללא מטרת רווח l'Atelier des Jours à Venir. GS- MB (חוקרי מוח) ו-DL (מורה) נתמכים, בהתאמה, על-ידי מכון Donders לחקר המוח, הקוגניציה וההתנהגות, ועל-ידי מכון Lluis de Requesens. אנו מודים ל-Irene Lapuente מ-La Mandarina de Newton; היא ארגנה את התחרות "מדע העיר" אשר היוותה את נקודת ההתחלה של הפרויקט הנוכחי. אנו מודים ל-Isabel Ruiz Mallen על המשלב שלה על בסיס דיוני קבוצת המיקוד שהיא ערכה, כמו גם ל-Claire Ribrault ו-Leila Perié על התובנות שלהן. אנו מודים גם ל-Lieneke Janssen ו-Paola Carillo-Bustamante על משוביהן הבונים לגבי כתב היד.

תרומת המחברים

BA, GC, MG, MM, MM, LN, LP, PR, AV, JV (תלמידי התיכון) כתבו 38 המלצות בקטלוגנית אשר רוכזו ל-17 המלצות שנמצאות במאמר הזה. LR-S (מסייע), DL (מורה בבית הספר) ו-TF (גנטיקאי) הובילו את הדיון על המאמר שפורסם ב-Nature, אשר היווה את ההשראה למאמר הזה. LR-S כתב את המלצות 18-20, תרגם וערך את כתב היד. DL, MB, GS. וכל התלמידים כתבו את התקציר ואת המסקנות. כולם תרמו במידה זהה לפעילות השוטפת של פרויקט המחקר.

מקורות

1. Mehta, R., and Zhu, R. J. 2009. Blue or red? Exploring the effect of color on cognitive task performances. *Science* 323:1226–9. doi: 10.1126/science.1169144
2. Sutherland, W., Spiegelhalter, D., and Burgman, M. 2013. Twenty tips for interpreting scientific claims. *Nature* 503:335–7. doi: 10.1038/503335a
3. Doerksen, S., and Shimamura, A. P. 2001. Source memory enhancement for emotional words. *Emotion* 1:5. doi: 10.1037/1528-3542.1.1.5

פורסם אונליין: 31 בינואר 2019

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

ציטוט: Andújar B, Campderrós G, García M, Marino M, Mas M, Narbona L, Pérez L, Rodrigo P, Velásquez AJ, Vilà J, Laguna D, Flutre T, Bonnefond M, Sescousse G and Riboli-Sasco L (2019) עשרים המלצות לתלמידי תיכון שמשלבים במחקר עם מדענים. *Front. Young Minds*. doi: 10.3389/frym.2015.00007-he

תורגם והותאם:

Andújar B, Campderrós G, García M, Marino M, Mas M, Narbona L, Pérez L, Rodrigo P, Velásquez AJ, Vilà J, Laguna D, Flutre T, Bonnefond M, Sescousse G and Riboli-Sasco L (2015) Twenty tips for high-school students engaging in research with scientists. *Front. Young Minds* 3:7. doi: 10.3389/frym.2015.00007

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

Vilà, Laguna, Flutre, Bonnefond, Sescousse and Riboli-Sasco 2015 © **COPYRIGHT** Andújar, Campderrós, García, Marino, Mas, Narbona, Pérez, Velásquez, Rodrigo, 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.

סוקרת צעירה

ABBY, גיל: 15

אני תלמידת כיתה ט' בבית ספר תיכון. השיעורים האהובים עליי הם פיזיקה והיסטוריה, בגלל שאני אוהבת להבין למה דברים הם כפי שהם. הסקרנות הזו החלה כשהייתי קטנה, ואימא שלי, שהיא מנתחת מוח, ארגנה בשבילי ניסויים במעבדה שלה. כשאינני עסוקה עם בית הספר, אני מבלה את זמני הפנוי ברכיבה על הסוס שלי ובהסתובבות עם החברים שלי.

הכותבים

THE RAINBOW INVESTIGATORS

המחברים הראשיים של המאמר הם 10 תלמידים שלומדים בשנה האחרונה בבית הספר התיכון Molins de Rei, קטלוניה, ספרד. הכותבים הבכירים כוללים מורה מבית הספר וארבעה חוקרים שממוקמים בהולנד ובצרפת. כולם נפגשו בשנת 2012 מתוך רצון לבצע פרויקט מחקר מקורי ולחקור את תפקידם של צבעים בלמידה. השאלה המדעית עוצבה כולה על-ידי התלמידים, אשר יזמו את פרויקט המחקר הזה מחוץ לחובות בית הספר שלהם. מצד המדענים, שאלת המחקר הזו שולבה כחלק מפעילויות המחקר שלהם. מאמר זה מבטא מחשבות שהיו לתלמידים תוך כדי תהליך המחקר.

GUILLAUME SESCOUSSE

אני מתעניין באופן שבו אנו מקבלים החלטות מסוכנות, בפרט בהקשר של הימורים. אני מרותק ממגוון הגישות השונות שיש ביחס לסיכון; אם שמים אנשים שונים מול מכונת הימורים, חלק כלל לא ייגעו בה בעוד שאחרים לא יוכלו להפסיק לשחק עד שייגמר להם הכסף. מדוע האנשים מהקטגוריה השנייה מתמכרים להימורים? כדי לענות על השאלה הזו אני בוחן אם המוח של אותם האנשים מגיב אחרת לזכייה בכסף, להפסד של כסף ולסיכוי בפועל לזכות או להפסיד. מטרת העל של המחקר שלי היא לעזור בפיתוח טיפולים חדשים עבור אנשים שסובלים מהתמכרות להימורים.

LIVIO RIBOLI-SASCO

אני חוקר של הפילוסופיה של הביולוגיה, מה שאומר שאני מנסה להבין למה ביולוגים מתכוונים כשהם משתמשים במושגים בביולוגיה כמו "אינדיבידואלים" או "ירושה". האם אתם כפי שאתם בגלל מה שירשתם מההורים שלכם? האם אתם כבולים לגוף הפיזי שלכם? האם חיידקי הבטן שלכם הם חלק מכם? חוץ מהפעילות המחקרית שלי אני מחויב לאפשר הזדמנויות לכל אזרח לשאול שאלות מחקריות. אני מטייל בכל אירופה והמזרח התיכון, יחד עם הקולגות שלי מחברת הקואופרטיב, במטרה לסייע בפעילויות שמיועדות להעצים צעירים ומבוגרים. אנו מעודדים אותם להחיות את הסקרנות שלהם, להתמיר אותה לשאלות מדויקות ולקחת חלק בפרויקטים קטנים של מחקר.

TIMOTHÉE FLUTRE

יום אחד למדתי שהגנום של כל האורגניזמים החיים מכיל מה שנקרא "היבטים אנוכיים". אלה הן חתיכות קטנות של דנ"א שמסוגלות לזוז ולהשתכפל, כאשר המערכת האקולוגית שלהן היא הגנומים עצמם! אף על פי ש"היבטים אנוכיים" אלה יכולים להיות מעורבים בקונפליקטים בין-גנומיים, הם יכולים גם לייצר גיוון בחומר שעובר בתורשה, שבו תלויה יכולת ההסתגלות. על הנושא הזה עשיתי את הדוקטורט שלי. לאחר שהתמקדתי בהיבטים הגנומיים של אורגניזמים חיים, אני עובד כיום על האופן שבו גנומים מתקשרים עם "הסביבה" שלהם בתהליך של בניית אורגניזמים. מאחר שאני מתעניין בחקלאות ובשינויי אקלים, אני מתמקד בימים אלה בצמחים ובעיקר בגפנים. לדוגמה, הקולגות שלי ואני מנסים למצוא כיצד שינויים גנטיים בין מבחר ענבים קשורים לשינויים באיכות הפירות, שהיא מרכיב חשוב עבור ייצור יין, במיוחד כשיש מחסור במים והטמפרטורה עולה.





MATHILDE BONNEFOND

אני מתעניינת בדרך שבה אנו מתמודדים עם עושר המידע שאנו חווים בסביבה שלנו. אם היינו מנתחים את כל מה שאנו רואים, שומעים או מריחים, היינו המומים מעודף מידע. לכן, המוח מצויד במנגנונים שבוחרים חלק קטן ממה שסביבנו, ומתעלמים ממרבית הפרטים. אני מנסה להבין כיצד בחירת קשב כזו פועלת במוח. ההבנה הזו עשויה לעזור לאנשים בעלי הפרעות קשב.

Hebrew version
provided by

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

