

חשיבה יצירתית בהוראת מדעי הטבע

אליעזר זמסקי



חמישה אחים אנו: שניים קירחים, שניים מזוקנים
ואחד חצי מזוקן וחצי קירח, מי אנו?

Inventive Thinking in Teaching Natural Sciences

Eli Zamski

כתיבה: פרופ' אליעזר זמסקי

הוצאת הספרים של מכון מופ"ת:

עורכת ראשית: ד"ר יהודית שטיימן

עורכת טקסט ולשון: נורית ולק

עורכת לשון אחראית: מירב כהן-דר

עריכה גרפית: סטודיו צפירי, אורית לידרמן

עיצוב העטיפה: אורית לידרמן

צילומים וסרטוטים: פרופ' אליעזר זמסקי

עשינו כמיטב יכולתנו לאתר את בעלי הזכויות של כל חומר ששולב בספר ממקורות חיצוניים. אנו מתנצלים על כל השמטה או טעות. אם יובאו אלה לידיעתנו, נפעל לתקן במהירות הבאות.

מסת"ב: 3-096-530-965-978

© כל הזכויות שמורות למכון מופ"ת, תשע"ה / 2015

טל' 03-6901406 <http://www.mofet.macam.ac.il>

דפוס: אילון הפקות בע"מ

**ספר זה מוקדש בהערכה רבה
לפרופ' אברהם פאהן ז"ל ולפרופ' דב קולר ז"ל.**

ויאמר שלמה לה'... עתה חכמה ומדע תן לי... ויאמר ה' לשלמה יען
אשר היתה זאת עם לבבך ולא שאלת עשר נכסים וכבוד ואת נפש
שְׁנַאיך וגם ימים רבים לא שאלת, ותשאל לך חכמה ומדע... החכמה
והמדע נתון לך.
(דברי הימים ב, א ח-יב)

תודות

לפרופ' רוני אלוני על בדיקת הספר והצעות מועילות;
לד"ר יהודית שטיימן על הטיפול בהוצאת הספר;
לנורית וולק על עריכה ושיפורי לשון קפדניים;
לאורית לידרמן על עיצוב העטיפה היפה.

תוכן העניינים

7.....	פתח דבר
14.....	1. כיצד מלמדים שיעור באופן מעניין ויצירתי?
17.....	2. כיצד השפיעו המתמטיקה והפיזיקה על גודלו של התא ועל חלוקתו?
21.....	3. עקרונות בחלוקת תאים
25.....	4. כיצד גדלים?
28.....	5. איך ראיתי ולא עצרתי לחשוב ולשאול... סיור לימודי בחצר
70.....	6. מארגז הירקות והפרות, וגם פרות לא אכילים
101.....	7. מה אפשר ללמוד מפיסה של עץ?
115.....	8. לוליינים וזווית הזהב בטבע ובאדריכלות
118.....	9. היגרוכסטיות ופרודה של מקור החסידה
123.....	10. טרופיזם
126.....	11. מים
147.....	12. התאים כאוסמומטר ופוטנציאל המים
151.....	13. כללים לזרימה של נוזלים בצנרת
155.....	14. כיצד עולים המים בצמח?
175.....	15. כללים בהובלת מוטמעים בצמח ויחסי מקור-מבלע
183.....	16. עלים נושאי מנבגים וחילוף דורות בצמחים
188.....	17. אצטרובלים של חשופי זרע ומחזור חייהם
195.....	18. הפרח וחילוף דורות במכוסי זרע
208.....	מקורות

פתח דבר

את המוטיבציה לכתיבת הספר הזה קיבלתי הן מילדי הגנים בני ארבע עד שש, שביילתי אתם כגנן שעות של חשיבה יצירתית, הן מסטודנטים, שמערכת החינוך כלאה את מוחם בקופסה, ולשאלות בסוגיות מדעיות פלטו, במקום לחשוב, תשובות מטופשות ששיננו בבית הספר התיכון. לאלה וגם לאלה אני מודה על שאילצוני להתמודד עמם באמצעות חשיבה יצירתית. כפותר תשבצים מושבע לעתים אני מוצא הגדרות המבקשות תשובות שגויות שהשתרשו אצל כותבי תשבצים ופותריהם. למשל, לשאלה "מהו הפרי של האורן?" יש להשיב בתשבץ "צנובר" או "אצטרובל". אני נמנה עם אלה הגורסים שלחשופי זרע, שאורן נמנה עמם, אין פירות, יש להם אצטרובלים, שהם ענפים קצרים נושאי עלים עם מנבגים המכונים ספורופילים (כמוסבר בספר). פרות יש רק לצמחי הפרחים, למכּוּסִי זרע. מכאן שגם לכותבי התשבצים אני מודה...

מטרת הספר היא לעודד ולטפח חשיבה לא שגרתית, מה שמכונה לעתים 'חשיבה מחוץ לקופסה', 'חשיבה יצירתית' או 'חשיבה מסדר גבוה' בהוראת נושאים במדעים (גולדנברג, מזורסקי וסולומון, 1999; גלב, 2006; דה-בּוּנוּ, 1995; הלפמן, 1991; טרפינגר, איזאקסן ודורבל, 2002; צ'רנובלסקי, 1997; Finke, Ward, & Smith, 1992; Gordon, 1961; Smith, Ward, & Finke, 1995; Weisberg, 1993). בספר מובאות דוגמאות להוראת נושאים מדעיים מגוונים, כשכל דוגמה עומדת בפני עצמה באופן המגרה את החשיבה ומיטיב, כך אני מקווה, להסביר את הנושא. המטרה היא לשכלל את כישוריהם ואת יכולתם של מורים, תלמידים וסטודנטים למדעים ולהוראת המדעים לחשוב באופן יצירתי כשהם לומדים או מלמדים נושאים מדעיים, לפעמים נושאים הקשים להבנה. לעתים קרובות לא נדרשת מעבדה כימית או ביולוגית כדי לבצע ניסוי עם תלמידים. אפשר ורצוי לבצע עם התלמידים גם ניסויי חשיבה בנושאים מדעיים (וורם, 2007).

בספר פרקים דידיקטיים ופרקי לימוד. מבחינה זו הספר עונה על שתי מטרות: לעזור למורי מורים ולמרצים ולשמש ספר לימוד "קצת אחר" לסטודנטים. הפרקים הדידיקטיים (כיצד מלמדים שיעור באופן מעניין ויצירתי? כיצד השפיעו

המתמטיקה והפיזיקה על גודלו של התא ועל חלוקתו? עקרונות בחלוקת תאים; כיצד גדלים? איך ראיתי ולא עצרתי לחשוב ולשאול? מארגז הירקות והפירות, וגם פרות לא אכילים...; לוליינים, מספר הזהב וזווית הזהב בטבע; היגרוכסטיות ופרודה של מקור החסידה; טרופזום; מים) נועדו להיטיב את ההוראה של נושאים מדעיים, מסובכים לעתים, כגון נושא המים, וכן לתת המלצות שמטרתן לעורר את סקרנותם של הסטודנטים לשאול שאלות ולענות תשובות אינטליגנטיות. פרקי הלימוד (התאים כאוסמומטר ופוטנציאל המים; כללים לזרימה של נוזלים בצנרת; כיצד עולים המים בצמח?; כללים בהובלת מוטמעים בצמח ויחסי מקור-מבלע; עלים נושאי מנגנים וחילוף דורות בצמחים; אצטרובלים של חשופי זרע ומחזור חייהם; הפרח וחילוף דורות במכוסי זרע) עוסקים בנושאים שמניסיוני בהוראה באוניברסיטה ובמכללה הסטודנטים מתקשים בהבנת עקרונותיהם, כמו למשל חילוף דורות בצמחים.

מרבית הפרקים מסתיימים בסדרת שאלות. לרוב השאלות ימצא הקורא תשובות בגוף הספר, אבל לכמה מהן ייאלץ לחפש מקורות נוספים. בנושא המים יש כמה ספרים טובים בפיזיולוגיה, אבל מומלץ מאוד לעיין בספר: *Plant Physiology* (Salisbury & Ross, 1985, 1991). בנושא מחזורי החיים ומקומו של הגמטופיט מומלץ לעיין בספרים הבסיסיים **של הצמח** (פאהן, *Biology of Plants*; (1987, 1976); (Raven, Evert, & Eichhorn, 2005, 2013). למרות התשובות לתופעות שונות שהבאתי בספר, אני ממליץ לקורא ולמחנך לאמץ את הספקנות המתודולוגית של דקארט: "לאמץ שד מתעתע שיגרום לך להטיל ספק בכל מה שאתה יכול, עד שתגיע לנקודת הוודאות".

כארבעים שנה לימדתי בפקולטה לחקלאות של האוניברסיטה העברית בירושלים קורסים במדעים: "ביולוגיה של התא" לתלמידי שנה א, קורסים ב"מדעי הצמח" לתלמידי תואר ראשון, שני ושלישי וכן "מיקרוסקופיה אלקטרונית" לתלמידי תואר שלישי. במשך עשרות שנים גם לימדתי נושאים במדעי החיים ואיכות הסביבה בגנים לגילאי ארבע עד שש ובכל הרמות של מערכת החינוך. עוד צברתי ניסיון בהוראת ארבעה קורסים במדעי הצמח בשנות שבתון באוניברסיטה של צפון קרוליינה. בשש השנים האחרונות, כשהייתי נשיא המכללה האקדמית לחינוך אחוה לימדתי גם חשיבה יצירתית והמצאתית עם ד"ר אדוה מרגליות וגם העברתי סדנאות בחשיבה יצירתית. ניסיוני מלמד שילדי הגן ניחנו בסקרנות גדולה ובחשיבה מחוץ לקופסה.

את ילדי גן חובה אפשר ללמד נושאים בכימיה פיזיקלית כ'אנתרופיה' וכן מושגים של 'כוח', 'אנרגיה' ו'עבודה' - נושאים שסטודנטים מתקשים בהבנתם - בעזרת משחקים פשוטים. לעתים לאחר שאתגרת את ילדי הגן, הם הציעו לי לערוך ניסוי פשוט כדי להסביר תופעה מסוימת (ראו פרק 9 הן בתפיחה של פרודה של מקור החסידה) שתלמידי מחקר באוניברסיטה התקשו לתכנן, או שנדרש מהם זמן רב יותר להציע פתרון. מה למדתי מכל זה? שילדים קטנים הם סקרנים, ממציאים וחושבים מחוץ לקופסה (ראו סגל, 2011; Feldhusen, 2002). הדבר בולט במיוחד כשמאתגרים ילדי גן בשאלות על מושגים שטרם נלמדו ומשווים את תשובותיהם לאלה של מבוגרים. ניכר שילדים מחפשים את התשובות בשדות המוכרים להם, מציאותיים או דמיוניים. למשל כשאני שואל ילדי גן "כמה אדמה יש בבור שמידותיו הם 2X2X2 מטר" (אין להם מושג מה זה 'מטר' ומה זה 'מידות' ומה זה 'כפול'), אני מקבל מיד תשובות כגון "סבא אלי, בבור אין אדמה...", אבל מבוגרים עונים מיד "8 קוב....". כשאני מביא לגן ציור גדול של שעון מחוגים שעליו מצוירים במעגל המספרים מ-1 עד 12, מסביר להם מה מראה המחוג הקטן ומה מראה המחוג הגדול, ואז שואל אותם "ילדים, מה השעה כשהמחוג הקטן עומד בין אחת לשתיים?" התשובה היא בדרך כלל "12" (במספר 12 המחוג הקטן נמצא בין אחת לשתיים) ומבוגרים עונים לי "אחת וחצי...". סקרנותם של הילדים באה לידי ביטוי מפתיע בשאלות שלמבוגרים קשה לעתים לענות עליהן כגון "למה יש גלים בים?" "למה יש רוח?". המשורר והמלחין עוזי חיטמן ז"ל ביטא זאת נפלא בשירו "ילד אתה שואל" וזהו הפזמון: "ילד אתה שואל ואבא לא תמיד יודע, ילד רוצה תשובה ואבא לא תמיד מוצא".

מאלה אני למד שהמניע לחשיבה יצירתית הוא לפעמים הדמיון, ולילדים יש כזה בשפע. מתוך היכרותי את מערכת החינוך, היא אינה מפתחת את הדמיון, ההפך הוא הנכון: היא מחסלת אותו וכופה על התלמידים חשיבה בתוך הקופסה. ומכיוון שמערכת החינוך שלנו לוקה בחסר בכל הנוגע להצבת אתגרים הדורשים חשיבה מהתלמידים, יש ללמד אותם לפרוץ את המסגרות ולחשוב (זוהר, 1996).

ניסיוני עם סטודנטים למדעים מלמד שהם באים לאוניברסיטה כשבאמתחתם מושגים שגויים שלמדו בתיכון בנושאים יסודיים, ורובם ימשיכו לצטט את השגיאות גם לאחר שלמדו אחרת. מדהים שגם מורים המלמדים מדעים אינם טורחים לחשוב ולהתעמק בנושאים שהם מלמדים! גם כשהעברתי השתלמויות למורים במקצועות מדעיים, עדיין היו בהם כאלה שניסו להתווכח עמי ולומר "שהמים שואפים להשוות ריכוזים". תלמידים נוהגים בדרך כלל לשנן חומר

לימוד בלי לחשוב על התוכן יתר על המידה, ואם הם אכן נחשפים לחשיבה, בדרך כלל זוהי 'חשיבה הגיונית' הנלמדת כטכניקה לפתרון בעיות, בעיקר במתמטיקה. לצערי הרב, גם מורים רבים למדעים נוטים להגדרות פשטניות ולא מדויקות, אולי כדי להימנע מהצורך לדרוש מהתלמידים, ומעצמם, להתעמק בנושא. נוכחתי בכך שוב ושוב כשהעברתי השתלמויות למורים בתיכון. התברר לי כי המורים מתקשים בהעברת עקרונות מדעיים מנושא לנושא. מורים למקצועות מדעיים בדרך כלל אינם בקיאים בכל המקצועות הרלוונטיים, וגם אי-אפשר לצפות זאת מהם. לכן קשה להם להסביר נושא מסוים בשילוב של מתמטיקה, ביולוגיה, כימיה ופיזיקה, וזו הסיבה שהם נוטים להגדרות שגויות. למשל, כששאלתי מורים בהשתלמויות או סטודנטים בקורס "ביולוגיה של התא", "מהי דיפוזיה (*diffusion*, פעפוע)?" נעניתי, ללא יוצא מן הכלל, בדקלום ההגדרה המשובשת "תנועה של חלקיקים מריכוז גבוה אל ריכוז נמוך". על בסיס הגדרתם ציירתי על הלוח תא סגור שבצדו האחד ריכוז חלקיקים גבוה ובצדו האחר ריכוז חלקיקים נמוך, והקשיתי בשאלה נוספת: "כיצד אפוא, על פי הגדרתכם, החלקיקים הנמצאים במקום שריכוזם גבוה יודעים שהם צריכים לנוע למקום שבו ריכוזם נמוך?". כאן כבר הייתה שתיקה מוחלטת. לכן היה עלי לתקן ולשפר את הגדרתם ולהסביר שהגדרה זו אינה מספקת (בלי להזדקק לחוקי הדיפוזיה שניסח פיק ב-1855). בהגדרה זאת חסרות שתי מילים חשובות מאוד: **ספונטניות ואקראיות**, מילים העושות את כל ההבדל, שכן החלקיקים נעים על פי האנרגיה הקינטית שלהם (ראו החוק השני של התרמודינמיקה), אין להם "מוח" ואין הם "יודעים" היכן ריכוזם גבוה והיכן הוא נמוך. החלקיקים (או המולקולות) מתנועעים ספונטנית בכל הכיוונים, גם בכיוון הפוך למפל הריכוזים, אלא שמבחינה סטטיסטית, מכיוון שבצד אחד נמצאים חלקיקים רבים יותר, נוצרת חזית של חלקיקים הנעים בהדרגה לכיוון הריכוז הנמוך (ראו עיסוק בנושא בפרק 11 הדן במים).

בכל הרמות של מערכת החינוך, ובכלל זה לצערי גם במערכות ההוראה האקדמיות, באוניברסיטאות ובמכללות, רוב הסטודנטים, בוודאי אלה הנמצאים בתחילת דרכם בלימודי התואר הראשון, משננים את הנאמר להם בהרצאות כפי שלמדו לעשות בבית הספר התיכון, והם אינם מתעמקים בדברים הנאמרים להם יתר על המידה. תלמידים וסטודנטים בראשית דרכם האקדמית מתקשים לחוות את דעתם האישית או להיעזר בספרות מקצועית שלא נלמדה בשיעור. סיפר לי עמית שבעבודת בית שנתן לסטודנטים שאל בין שאר השאלות "מה דעתך על...?". הסטודנטים יכלו לבחור על אילו שאלות לענות. להפתעתו, מעט מאוד

מהתלמידים בחרו לענות על שאלה זו. כשהתפלא מדוע לא ענו על שאלה זו, שכן סבר שהיא הקלה מכולן, נועץ בילדיו הצעירים, ואלה אמרו לו מיד וללא היסוס: "הסטודנטים לא מצאו באינטרנט את התשובה לשאלה מה דעתם על הנושא...". ניסיוני מלמד כי את המיומנויות של חשיבה עצמית והיכולת לבקר דברי אחרים, הסטודנטים קונים בדרך כלל במהלך עבודת המחקר בתואר השני והשלישי, ואולם מיומנויות אלה אינן נלמדות באופן מסודר. גם מורים רבים במערכת החינוך, שבמסגרת עיסוקם בהוראה אינם חוקרים ואינם נחשפים בעצמם לחשיבה מדעית, נרתעים מללמד בדרך הדורשת חשיבה. הפילוסוף הצרפתי ברניפייה (2006א; 2006ב; 2009) כתב סדרת ספרי פילוסופיה פופולריים המבוססים על טכניקה סוקרטית של שאלות ותשובות של ילדים. הוא אמר כי "באוניברסיטאות מעקרים את הפילוסופיה, ובמקום ללמד איך לחשוב, המרצים מלמדים את ההיסטוריה של הפילוסופיה והסטודנטים לומדים בעל פה מה אמר כל אחד מהפילוסופים הגדולים וכותבים תזות על חשיבה של אחרים וקוראים לעצמם פילוסופים" (וגנר, 2009: 24).

האדם הוא מטבעו 'חיה חושבת', מדוע אפוא יש ללמד אותו לחשוב? פרקינס ושוורץ (Perkins & Swartz, 1992) סוברים כי בני האדם שוגים בפזיזות, בחד-ממדיות, בערפול ובפיזור, אינם חושבים ואינם ממצים את מלוא פוטנציאל החשיבה שלהם, ולכן יש מקום ללמדם לחשוב. פרקינס (Perkins, 1986) קובע כי אפשר לשפר את החשיבה ולמנוע מאתנו להיכשל באמצעות לימוד של חשיבה מסודרת בעזרת 'מארגני חשיבה' כגון סמלים מילוליים או סמלים גרפיים. את החשיבה בקרב בני האדם באשר הם אפשר לעודד על ידי לימוד ותרגול של מגוון פעולות חשיבה כגון **חשיבה יצירתית** (creative thinking): חשיבה המתבססת על דמיון ומביאה לידי מציאת פתרונות מרובים לבעיה מוגדרת מחוץ למסגרת ('עקרונן העולם הפתוח'). **חשיבה המצאתית שיטתית** (Systematic Inventive Thinking - SIT): חשיבה המניחה שכדי לפתור בעיה באופן יצירתי אין להסתמך על רכיבים מחוצה לה, אלא על אלה הנמצאים בתוכה ('עקרונן העולם הסגור') בעזרת חמש תחבולות (תכסיסים): איחוד, הכפלה, חלוקה, שבירת האחידות והחסרה. את השיטה פיתח החוקר הרוסי גנריך אלטשולר בסוף שנות הארבעים של המאה העשרים (אפק, הלפמן וגילה, תשנ"ד; Altshuller, 1984). **חשיבה ביקורתית**: שיטה המתמקדת בניתוח תוצאות מחקרים והביקורת עליהם; **ניסויי חשיבה**: ניסויים הנעשים על ידי הצגת נושא וביצוע ניסויי חשיבה, ללא צורך בניסויי מעבדה (וורם, 2007).

האם החשיבה היצירתית היא בת לימוד או שמא היא 'מוזה', 'רוח אלוהים', הברקה פתאומית? תאורטיקנים מגדירים יצירתיות באמצעות גלריה רחבה ועשירה של הגדרות, דימויים וצורות, ואין הגדרה אחת המוסכמת על הכול. מדובר בתופעה מורכבת, שיש לה היבטים שונים של חידוש, תרומה לחברה והשפעה על האדם. צורות הגדרה בסיסיות נוגעות לחדשנות, לנדירות, למקוריות, למזורות, לבלעדיות, אבל נשאלת השאלה איך מגדירים חידוש? חידוש באיזה היקף? בשביל מי? בשביל מה?

מקובלת עליי הגדרתו של רובינסון: "חשיבה יצירתית היא תהליך היוצר רעיונות מקוריים שיש להם ערך" (Robinson, Ted lectures). קיזנטמילי וסויר (Csikszentmihaly & Sawyer, 1995) טוענים ש"רעיון יצירתי או מוצר מגיע מאיחוד של מקורות רבים, ולא רק מתוך מוח יצירתי אחד". לב (1996) סוקר את תהליכי החשיבה שעברו מוחות יצירתיים דגולים במדע ובאמנות ומסכם כי בעניין זה יש שתי תפיסות: 'התפיסה ההשראתית' (תפיסה לא רגילה, מסועפת, נובעת מהלא-מודע או על פי אפלטון באה מה'מוזות') ו'התפיסה השיטתית' (ההגיגית, ההייררכית).

כמו יצירתיות בעולם העסקים, הטיפוח החינוכי של יצירתיות אינו בגדר מותרות, אלא מדובר בהכרח הישרדותי להמשך קיומו של המין האנושי (Kreitler & Kreitler, 1990). רנה דקארט טווה במאה ה-17 את האמרה "אני חושב משמע אני קיים" (בצרפתית: "Je pense, donc je suis"; ובלטינית: "Cogito ergo sum"). באנלוגיה לאמרתו של דקארט אני מעז להציע שינוי קל, הנוגע לעוסקים בהוראה מתוך רגש של שליחות: 'אני מחנך משמע אני קיים' ("Pedagogito ergo sum").

בייחוד אהוב עליי סיור עם תלמידים בחצר ובגן, ולעניין זה הקדשתי פרק ארוך במיוחד. בכל פעם אני מגלה כי אף על פי שהכנתי את הסיור קודם לכן, לעתים נדרש סיעור מוחות עם התלמידים או עם הסטודנטים כדי לגלות דבר מה חדש שלא ראיתי בסיור המוקדם. לא אחת קרה לי שעברתי על יד עצם, אחזתי בו בידי או אכלתי אותו, ולא חשבתי לעומק מה אני רואה, ובכל פעם מצאתי בו דבר חדש שלא ראיתי קודם לכן. על כך כבר אמרו חז"ל: "אינו דומה שונה פרקו מאה פעמים לשונה פרקו מאה ואחד" (בבלי, חגיגה ט ע"ב).

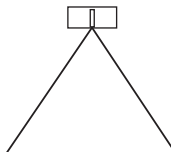
אני מקווה שהקריאה בספר זה תעודד את הסטודנט ואת תלמיד המדעים - ואולי גם את המורה בתיכון ואת המרצה באוניברסיטה - לחשוב באופן בלתי שגרתי ולהיות חדשן. בפרקי הספר השתדלתי להדגיש נקודת מבט שונה במקצת מזו של

ספרים אחרים העוסקים בנושאים מדעיים. לשם כך הספר גדוש כולו בשאלות מעוררות עניין, אולי של דברים שראיתם ולא חשבתם לשאול עליהם שאלות. על רוב השאלות עניתי, ומקצתן נשארו פתוחות כי אני יודע את התשובות עליהן. ובהקשר זה סיפור קצר מחוויותיי בגן הילדים. פעם ביקשתי מילדי גן ילדים בני ארבע, שגרו במישור החוף, לצייר 'הר'. רובם ציירו אותו כך (תמונה 1):



תמונה 1: 'הר' על פי ילדי הגן

אחר כך ביקשתי מהם לצייר 'בית על ההר', שכן הכול הסכימו אתי שעל ההרים גרים אנשים. מרובם קיבלתי את הציור הזה (תמונה 2):



תמונה 2: בית על ה'הר' על פי ילדי הגן

על שאלתי "איך הבית לא מתנדנד על ההר?" הם התקשו לענות... המסקנה ברורה: ילדי מישור החוף, שאינם חווים את הטופוגרפיה של הר מקרוב, אינם יודעים בדיוק כיצד בנוי הר ואיך בנויים עליו בתים. לעומתם, לילדים הגדלים בירושלים למשל ברור יותר המונח 'הר'. ובאנלוגיה, סטודנטים המסיימים תואר ראשון בטוחים שהם יודעים כיצד בנוי 'הר'. לעומתם, אלה שממשיכים ללמוד ונעשים לחוקרים בתואר שני ושלישי במדעים מגיעים עד מהרה למסקנה שהם אינם יודעים כיצד בדיוק בנוי 'הר', זאת משום שעל כל שאלת מחקר ששאלו בתחילת הדרך, בסופו של המחקר מתברר שקיבלו עליה רק תשובות חלקיות, והם נשארו עם עוד שאלות לא פתורות שלא העלו בדעתם קודם לכן. מכאן שאולי הנבונים שבהם גיעו למסקנה שאין הם יודעים בדיוק איך בנוי 'הר', או כפי שניסח זאת סוקרטס: "אני יודע שאני לא יודע..."