

תרגום נספח F - פרקטיקות במדע וטכנולוגיה של ה-NGSS

תורגם על-ידי יורם אורעד וד"ר רוחמה ארנברג, משרד החינוך, 2018.

[Appendix F: Science and Engineering Practices in the NGSS](#)

מסמך ה-NGSS (ראשי התיבות של - The Next Generation Science Standards) מבוסס על [מסמך המתווה עבור תלמידי כיתות גן עד י"ב](#), שפותח על ידי צוות במסגרת מינוי המועצה האמריקאית למחקר (NRC). נספח F של המתווה מציג את הפרקטיקות עבור כיתות תלמידי כיתות אלו.

השימוש במונח פרקטיקות: על פי המתווה לחינוך מדעי של ה-NRC קיים מתח תמידי בין הדגש על ידע התוכן שיש לפתח אצל תלמידים במדע לבין הדגש על פרקטיקות מדעיות. ההתמקדות הצרה על הידע בלבד עלולה להוביל לתפיסה נאיבית של החקר המדעי ולרושם שהמדע אינו אלא אוסף של עובדות מנותקות. השימוש במונח "פרקטיקות" במקום מונח כמו "מיומנויות" נעשה כדי להדגיש שהעיסוק בחקר מדעי דורש תיאום בין ידע לבין מיומנות בעת ובעונה אחת. באופן דומה, עיסוק בפרקטיקות של הנדסה מסייע לתלמידים להבין את עבודת המהנדסים וכן את הקשרים בין הנדסה לבין מדע (עמוד 41 בתוך המסמך [\(A FRAMEWORK FOR K-12 SCIENCE EDUCATION\)](#))

1

המתווה לחינוך המדעי בכיתות גן - י"ב מספק את התכנית לדור הבא של פיתוח הסטנדרטים במדע (NGSS). המתווה מבטא את החזון של החינוך המדעי, הדורש מתלמידים לפעול ברשת של שלושה ממדי למידה:

- פרקטיקות במדע ובהנדסה.
- רעיונות חוצים (רעיונות גדולים החוצים את תחומי הדעת).
- רעיונות ליבה תחומיים (דיסציפלינריים).

המתווה מזהה מספר קטן של רעיונות ליבה תחומיים שעל כל התלמידים ללמוד בעומק ובתחכום גדלים והולכים, החל מגן הילדים ועד כיתה י"ב. אחד המפתחות לחזון המבוסס במתווה הוא ללמוד את רעיונות הליבה הדיסציפלינריים בהקשר של פרקטיקות של מדע והנדסה. חשיבות החיבור בין פרקטיקות במדע והנדסה לבין רעיונות הליבה הדיסציפלינריים נקבע במסמך המסגרת כדלהלן: "ציפיות לסטנדרטים וביצועים המותאמים למסגרת חייבות לקחת בחשבון שהתלמידים אינם יכולים להבין באופן מלא רעיונות מדעיים והנדסיים ללא מעורבות בפרקטיקות של חקר ושל שיח שבאמצעותם מפתחים ומלמדים רעיונות כאלה. באותה עת, התלמידים אינם יכולים ללמוד או להציג יכולת בפרקטיקות מלבד בהקשר של תוכן ספציפי." (NRC Framework, 2012, p. 218). המתווה מציין שכל ציפיית ביצוע² חייבת לשלב פרקטיקה רלוונטית במדע או בהנדסה, עם רעיון ליבה תחומי ועם רעיון חוצה, המתאימים לתלמידים בשכבת הגיל המיועדת. הקו המנחה הזה הוא אולי הדרך החשובה ביותר שבה נבדל מסמך ה-NGSS ממסמכי סטנדרטים קודמים. בעתיד, הערכות מדעיות לא יעריכו את הבנתם של תלמידים לגבי רעיונות ליבה בנפרד מיכולותיהם

¹ שתי הפסקאות הראשונות הללו אינן מהוות חלק מהטקסט המתורגם עצמו. הן לקוחות מתוך מסמך המתווה כדי להבהיר כמה דברים הנוגעים לפרקטיקות.

² ציפיות ביצוע: ביצועי הבנה של התלמידים, כלומר, התלמידים מציגים מה שהם יודעים ומסוגלים לעשות בתכנים הנלמדים. דוגמאות: התלמידים מתארים את מבנה מערכת השמש. התלמידים מסבירים את הקשר בין לחץ לבין טמפרטורת גז.

להשתמש בפרקטיקות של מדע והנדסה. הם יוערכו ביחד, כשהם מראים לא רק את ידיעותיהם של תלמידים לגבי רעיונות מדעיים אלא גם עד כמה הם יכולים להשתמש בהבנתם לחקר העולם הטבעי באמצעות פרקטיקות של חקר מדעי, או לפתור בעיות משמעותיות באמצעות פרקטיקות של תכנון הנדסי. המתווה משתמש במונח "פרקטיקות" יותר מאשר "תהליכים מדעיים" או מיומנויות "חקר" בשל מטרה ספציפית:

"אנחנו משתמשים במונח "פרקטיקות" במקום מונח כמו "מיומנויות" כדי להדגיש שמעורבות בחקר מדעי דורשת לא רק מיומנות אלא גם ידע שהוא ייחודי לכל פרקטיקה." (NRC Framework,) (2012, p.30)

שמונה הפרקטיקות של המדע וההנדסה שמסמך המסגרת מזהה כמהותיות לכל התלמידים והמתוארות במסמך בפירוט הן הבאות:

1. שאילת שאלות (במדע) והגדרת בעיות (בהנדסה).
2. פיתוח מודלים ושימוש בהם.
3. תכנון וביצוע חקר.
4. ניתוח ופרשנות של נתונים.
5. שימוש בחשיבה מתמטית וחישובית.
6. בניית הסברים (במדע) ותכנון פתרונות (בהנדסה).
7. מעורבות בטיעון המבוסס על ממצאים.
8. השגת והערכת מידע, ותקשורת מידע.

רציונל

פרק 3 של מסמך המסגרת מתאר את כל אחת משמונה הפרקטיקות של המדע וההנדסה ומציג את הרציונל הבא המסביר מדוע הן חיוניות:

"מעורבות בפרקטיקות במדע מסייעת לתלמידים להבין כיצד מתפתח ידע מדעי. כל מעורבות ישירה מעניקה להם הערכה של הטווח הרחב של הגישות שמשמשות בהן לחקר, לעיסוק במודלים ולהסבר על העולם. בדומה לכך, מעורבות בפרקטיקות של הנדסה מסייעת לתלמידים להבין את עבודתם של המהנדסים, ובאותה עת מקשרת בין ההנדסה למדע. השתתפות בפרקטיקות אלה גם מסייעת לתלמידים לעצב את הבנת הרעיונות חוצי התחומים ואת הרעיונות התחומיים (הדיסציפלינריים) של המדע וההנדסה. יתר על כן, היא הופכת את ידע התלמידים למשמעותי יותר ומטמיעה אותו באופן מעמיק יותר אל תוך ראיית עולמם.

העשייה בפועל של המדע או של ההנדסה עשויה גם לעורר את הסקרנות והעניין של התלמידים ולדרבן אותם בלימודיהם בעתיד. התובנות המושגות מסייעות להם להכיר בכך שעבודת המדענים והמהנדסים מהותה היא מאמץ יצירתי, כזה שהשפיע באופן עמוק על העולם שהם חיים בו. כך, תלמידים עשויים להכיר בכך שהמדע וההנדסה יכולים לתרום להתמודדות עם רבים מהאתגרים הגדולים שהחברה עומדת מולם כיום, כמו הפקת מספיק אנרגיה, מניעת מחלות וטיפול במחלות, אספקת מים נקיים ומזון, וטיפול בשינוי האקלים.

כל חינוך המתמקד בעיקר במוצרים המפורטים של העבודה המדעית, עובדות המדע, ללא פיתוח הבנה על האופן בו עובדות אלה התקבלו, או שמתעלם מהיישומים הרבים של המדע בעולם, מייצג שלא כהלכה את המדע וממעיט בערכה של ההנדסה". (NRC Framework 2012, pp.42-43).

כפי שמוצע ברציונל דלעיל, פרק 3 גוזר את שמונה הפרקטיקות המבוססות על ניתוח מעשייהם של מדענים ומהנדסים מקצועיים. מומלץ למשתמשי NGSS לקרוא את הפרק הזה בזיהרות משום שהוא מספק תובנות בעלות ערך לטבע המדע וההנדסה ובאותה מידה קשרים בין שני תחומים קשורים אלה. כוונת חלק זה של נספח ה-NGSS היא מוגבלת יותר - לתאר מה כל אחת משמונה פרקטיקות אלה מרמזת על מה שתלמידים יכולים לעשות. מטרתו היא לאפשר לקוראים להבין טוב יותר את

הציפיות מהביצועים. "מטריצת הפרקטיקות" כלולה בו והיא מפרטת את הציפיות לגבי היכולות הספציפיות הכלולות בכל פרקטיקה עבור כל שכבת גיל (גן - ב, ג - ה, ו - ח, ט - י"ב).

עקרונות מנחים

התפתחות תהליך הסטנדרטים מספק תובנות לפרקטיקות של מדע והנדסה. תובנות אלה מופיעות בקווים המנחים הבאים:

תלמידים בכיתות גן - י"ב יהיו מעורבים בכל הפרקטיקות בכל שכבת גיל. כל שמונת הפרקטיקות זמינות ברמה מסוימת עבור ילדים צעירים. יכולתם של תלמידים להשתמש בפרקטיקות הולכת וגדלה עם הזמן. יחד עם זאת, ה- NGSS רק מזהה את היכולות שהתלמידים מצופים להשיג בסוף כל שכבת גיל (גן - ב, ג - ה, ו - ח, ט - י"ב). מפתחי תכניות לימודים ומורים הם שקובעים את האסטרטגיות שיקדמו את יכולותיהם של התלמידים להשתמש בפרקטיקות.

הפרקטיקות הולכות וגדלות במורכבותן ובתחכומן במהלך שכבות הגיל. המתווה מציע איך יכולות התלמידים להשתמש בכל אחת מהפרקטיקות צריכה להתקדם במהלך גדילתם, שבה הם הופכים למעורבים בלמידת מדע. לדוגמה, הפרקטיקה, "תכנון וביצוע חקר" מתחילה בגן עם מצבים שבהם מנחים את התלמידים ובהם תלמידים מקבלים סיוע בזיהוי תופעות לצורך חקר, וכיצד לצפות, למדוד, ולתעד תוצאות. בשכבת הגיל העליונה של בית הספר היסודי, תלמידים צריכים להיות מסוגלים לתכנן את החקר שלהם בעצמם. אופי החקר שהתלמידים צריכים לתכנן ולבצע גם הוא מצופה לגדול כאשר התלמידים מתבגרים, כולל מורכבות השאלות הנלמדות, היכולת לקבוע איזה סוג של חקר נחוץ להשיב על שוים של שאלות, באיזה משתנים צריך לשלוט ואם כן, איזה הם החשובים ביותר, ובבית הספר התיכון, גם כיצד לקחת בחשבון שגיאת מדידה. כפי שמופיע בטבלה בפרק זה, כל אחת מהפרקטיקות מאופיינת בהתקדמות המסוימת שלה, החל מגן הילדים ועד כיתה י"ב. בעוד התקדמויות אלה נגזרות מפרק 3 של מסמך המסגרת, הן לוטשו עוד ועוד במסמך ה-NGSS תוך התבססות על התנסויות ומשוב שהתקבל מנותני ביקורת.

כל פרקטיקה עשויה לשקף מדע או הנדסה. אפשר להשתמש בכל אחת משמונת הפרקטיקות לחקר מדעי או לתכנון הנדסי. הדרך הטובה ביותר להבטיח שמשתמשים בפרקטיקה למדע או להנדסה היא לשאול על מטרת הפעילות. האם המטרה היא לענות על שאלה? אם כן, התלמידים עוסקים במדע. האם המטרה היא להגדיר בעיה ולפתור אותה? אם כן, התלמידים עוסקים בהנדסה. תיבה 2-3 בעמודים 50-53 של מסמך המסגרת מספקת השוואה אחת לאחת, כיצד מדענים ומהנדסים משתמשים בפרקטיקות אלה. פרק זה מסכם בקצרה איך "זה נראה" עבור תלמיד כשהתלמיד משתמש בפרקטיקה עבור מדע או עבור הנדסה.

פרקטיקות מייצגות מה שמצפים מתלמידים לעשות, ואינן מלמדות שיטות או תכניות לימודים. מסמך המסגרת מציע מפעם לפעם הצעות להוראה, כמו איך העיסוק ביחידה מדעית עשוי להתחיל במהלך חקר מדעי, אשר מוביל לאחר מכן לפתרון של בעיה הנדסית. ה-NGSS נמנע מהצעות כאלה מאחר שהמטרה היא לתאר מה תלמידים יוכלו לעשות, יותר מאשר איך צריך ללמד אותם. לדוגמה, הוצע שה-NGSS ימליץ על אסטרטגיות הוראה מסוימות כגון שימוש בביומימיקרי - יישום של מאפיינים ביולוגיים לפתרון בעיות תכנון הנדסיות. למרות שנראה שיחידות ההוראה המשתמשות בביומימיקרי הולמות את הרוח של מסמך המסגרת לעידוד שילובם של רעיונות ליבה ופרקטיקות, ביומימיקרי וגישות הוראה דומות מתקשרות באופן הדוק יותר לתכנית לימודים והוראה מאשר להערכה. לכן, הוחלט שלא לכלול ביומימיקרי ב-NGSS.

שמונת הפרקטיקות אינן נפרדות, הן חופפות ומקושרות במכוון. כפי שמתואר על ידי בל וחובריו (2012), שמונת הפרקטיקות אינן פועלות באופן נפרד. הן נוטות להיחשף באופן רציף ואף חופפות. לדוגמה, הפרקטיקה "שאלת שאלות" עשויה להוביל לפרקטיקה "עיסוק במודלים" או "תכנון וביצוע חקר", אשר בתורם עשויות להוביל ל"ניתוח נתונים ופירושם". הפרקטיקה "חשיבה מתמטית

וחישובית" עשויה לכלול מספר היבטים של ניתוח ופרשנות של נתונים. בדיוק כשם שחשוב לתלמידים לבצע כל פרקטיקה בנפרד, חשוב שהם יראו את הקשרים בין שמונת הפרקטיקות. ציפיות ביצוע מתמקדות בכמה יכולות הקשורות לפרקטיקה, אך לא בכולן. מסמך המסגרת מזהה מספר מאפיינים או מרכיבים של כל פרקטיקה. מטריצת הפרקטיקות המתוארת בחלק זה מפרטת את המרכיבים של כל פרקטיקה כרשימה של בולטים בכל שכבת גיל. בעת שפותחו ציפיות הביצוע, התברר שמוגזם לצפות שהביצוע ישקף את כל המרכיבים של פרקטיקה אחת. ההיבט המתאים ביותר של כל פרקטיקה מזהה עבור כל ציפיית ביצוע.

מעורבות בפרקטיקות עושה שימוש אינטנסיבי בשפה ודורשת מתלמידים להשתתף בכיתה בשיח מדעי. הפרקטיקות מציעות הזדמנויות ודרישות עשירות בלמידת שפה בעוד הן מקדמות למידת מדע עבור כל התלמידים ((Lee, Quinn, & Valdés, in press). לומדי השפה האנגלית, תלמידים עם לקויות שעוסקים בעיבוד השפה, תלמידים בעלי אוריינות מוגבלת ותלמידים שהם דוברים בעלי שונות אזורית באנגלית, הנחשבת בדרך כלל כאנגלית לא תקנית עתידים להרוויח מלמידת מדע שמערבת פרקטיקות של שפה מדעית והנדסית שיש בהן שימוש אינטנסיבי בשפה. כאשר תומכים בהם באופן ראוי, תלמידים אלו מסוגלים ללמוד מדע דרך שפתם ההולכת ומתעצמת ולהבין ולבצע תפקודי שפה מתחכמים (לדוגמה: לטעון באמצעות ממצאים, לספק הסברים, לפתח מודלים) תוך שימוש פחות ממושלם באנגלית. יותר מזה, על ידי שימוש בפרקטיקות אלה הם בונים בו זמנית את הבנתם במדע ואת שליטתם בשפה (במלים אחרות - היכולת לעשות יותר באמצעות השפה).

בעמודים הבאים, מתוארת כל אחת משמונת הפרקטיקות באופן מקוצר. כל תיאור מסתיים בטבלה המתארת את המרכיבים של הפרקטיקה שמצפים מהתלמידים לשלוט בה בסיומה של כל שכבת גיל. כל שמונת הטבלאות מרכיבות את מטריצת הפרקטיקות. במהלך פיתוחו של ה- NGSS, מטריצת הפרקטיקות שופרה מספר פעמים על מנת לשקף הבנה משופרת של האופן בו הפרקטיקות קשורות אל רעיונות הליבה התחומיים.

פרקטיקה 1 - שאלת שאלות והגדרת בעיות

תלמידים בכל כיתה יוכלו לשאול שאלות אודות - טקסטים שהם קוראים, מאפיינים של תופעות שהם צופים בהן ומסקנות שהם מסיקים מהמודלים שלהם או מהחקר המדעי. באשר להנדסה, הם צריכים לשאול שאלות כדי להגדיר את הבעיה שיש לפתור ולהעלות רעיונות שיחשפו את האילוצים והאפיונים של הפתרון. (NRC Framework 2012, p.56).

שאלות מדעיות עולות במגוון דרכים: מונעות על ידי סקרנות על העולם, מקבלות השראה מתחזיות של מודל, או מממצאים ממחקרים קודמים, או שהן יכולות להתעורר עקב הצורך לפתור בעיה. שאלות מדעיות נבדלות מסוגים אחרים של שאלות בכך שהתשובות להן מצויות בהסברים הנתמכים על ידי ממצאים אמפיריים, כולל כאלה שנאספו על ידי אחרים או כאלה שהתקבלו באמצעות חקירה. בעוד המדע פותח בשאלות, הרי שהנדסה פותחת בהגדרת בעיה שיש לפתור אותה. יחד עם זאת, בהנדסה עשויה להיות מעורבת שאלת שאלות לצורך הגדרת בעיה כמו: מה הצורך או השאיפה הנמצאות בבסיסה של הבעיה? מה הקריטריונים לפתרון מוצלח? שאלות אחרות עולות כאשר מעלים רעיונות, או בוחנים פתרונות אפשריים, כמו: מה הן הפשרות האפשריות? איזה ממצא נחוץ כדי להחליט איזה פתרון הוא הטוב ביותר? בשאלת שאלות והגדרת בעיות מעורבות גם שאלת שאלות על נתונים, טענות ותכניות מוצעות. חשוב להבין ששאלת שאלות גם מובילה למעורבות בפרקטיקה נוספת. תלמיד יכול לשאול שאלה על נתונים, שתוביל לניתוח נוסף ולפרשנות נוספת. או שתלמיד עשוי לשאול שאלה המובילה לתכנון ועיצוב של חקירה או לליטוש של תכנון.

בין אם השאלות עוסקות במדע או בהנדסה, היכולת לשאול שאלות טובות ולהגדיר בעיות בבהירות היא חיונית לכל. ההתקדמות המוצגת להלן בפרקטיקה 1, מסכמת מה תלמידים צריכים לעשות בסופו

של כל טווח גיל. כל אחת מהדוגמאות של שאילת השאלות להלן מובילה למעורבות של תלמידים בפרקטיקות מדעיות אחרות.

גן-כיתה ב	ג-ה	ו-ח	ט-יב
<p>שאילת שאלות והגדרת בעיות בכיתות גן-ב מבוססת על התנסויות קודמות ומתקדמת לכיוון של שאלות תיאוריות פשוטות שניתן לבדוק אותן.</p>	<p>שאילת שאלות והגדרת בעיות מבוססת על התנסויות בכיתות גן-ב ומתקדמת לקראת פירוט יחסי גומלין איכותיים.</p>	<p>שאילת שאלות והגדרת בעיות המבוססת על התנסויות בכיתות גן-ה ומתקדמת לקראת פירוט של קשרים בין גורמים והבהרת טיעונים ומודלים.</p>	<p>שאילת שאלות והגדרת בעיות המבוססת על התנסויות בכיתות גן-ח ומתקדמת לכיוון של ניסוח, ליטוש והערכה של שאלות הניתנות לבחינה ובחינת בעיות תיכון באמצעות שימוש במודלים ובהדמיות.</p>
<p>- שאילת שאלות המבוססות על תצפיות כדי למצוא מידע נוסף עולם הטבע ו/או על העולם המלאכותי.</p>	<p>- שאילת שאלות על מה היה קורה אילו היה משתנה אחד הגורמים.</p>	<p>- שאילת שאלות: העולות מתוך בחינה זהירה של תופעות, מודלים או תוצאות בלתי צפויות, לשם הבהרתו של מידע או לשם חיפוש מידע נוסף. - לזיהוי ו/או הבהרה של ממצאים ו/או של הנחות של טיעון. - לשם קביעת הקשרים בין גורמים תלויים ובלתי תלויים ולשם קביעת הקשרים במודלים. - להבהרת ו/או לליטוש מודל, הסבר או בעיה הנדסית.</p>	<p>- שאילת שאלות: העולות מתוך בחינה זהירה של תופעות, או של תוצאות בלתי צפויות, על מנת להבהיר מידע נוסף ו/או לחפש מידע נוסף. - שעולות מתוך בחינת מודלים או תיאוריה, על מנת להבהיר מידע ו/או לחפש מידע נוסף וקשרי גומלין. - כדי לקבוע קשרי גומלין, כולל קשרי גומלין כמותיים, בין גורמים תלויים ובלתי תלויים. - להבהרה ולליטוש של מודל, של הסבר או של בעיה הנדסית.</p>
<p>- שאילת שאלות או זיהוי שאלות שניתן להשיב עליהן על ידי חקירה.</p>	<p>- זיהוי שאלות מדעיות (הניתנות לבחינה) ושאלות לא מדעיות (שאינן ניתנות לבחינה). - שאילת שאלות</p>	<p>- שאילת שאלות הדורשות ראיות אמפיריות מתאימות ומספיקות כדי להשיב עליהן. - שאילת שאלות</p>	<p>- הערכת שאלה כדי לקבוע אם היא ניתנת לבחינה ורלוונטית. - שאילת שאלות שניתן לחקור אותן</p>

<p>במסגרת מעבדת בית הספר, מתקני מחקר, או בשדה (למשל, סביבה חוץ כיתתית) באמצעות משאבים זמינים, וכאשר זה מתאים גם לנסח השערה המבוססת על מודל או תיאוריה.</p>	<p>שניתן לחקור אותן בכיתה, בסביבה חוץ כיתתית, במוזיאונים ובמתקנים ציבוריים אחרים באמצעות משאבים זמינים, וכאשר זה מתאים גם לנסח השערה המבוססת על תצפיות ועקרונות מדעיים.</p>	<p>שניתן לחקור אותן וניבוי תוצאות הגיוניות המבוססות על תבניות כמו קשרי סיבה ותוצאה.</p>	
<p>- שאילת ו/או הערכת שאלות המערערות על הנחות של טיעון או על פרשנות של קבוצת נתונים, או על התאמתו של תיכון.</p>	<p>- שאילת שאלות המערערות על הנחות של טיעון או על פרשנות של קבוצת נתונים.</p>		
<p>- הגדרת בעיית תיכון שמעורבים בה פיתוח של תהליך או של מערכת עם רכיבים המקיימים ביניהם אינטראקציה והגדרה של קריטריונים ואילוצים שעשויים לכלול בתוכם היבטים חברתיים, טכניים ו/או סביבתיים.</p>	<p>- הגדרת בעיית תיכון שניתן לפתור אותה באמצעות פיתוח של אובייקט, כלי, תהליך או מערכת וכוללת בתוכה קריטריונים מרובים ואילוצים, כולל ידע מדעי שעשוי להגביל את הפתרונות האפשריים.</p>	<p>- שימוש בידע מוקדם לתיאור בעיות הניתנות לפתרון. - הגדרת בעיית תיכון פשוטה שניתנת לפתרון באמצעות פיתוח של אובייקט, כלי, תהליך או מערכת וכוללת בתוכה קריטריונים להצלחה ואילוצים הקשורים לחומרים, זמן או עלות.</p>	<p>- הגדרת בעיה פשוטה הניתנת לפתרון על ידי פיתוח של כלי או אובייקט חדש או על ידי שיפור של כלי או אובייקט.</p>

פרקטיקה 2 - פיתוח מודלים ושימוש במודלים

עיסוק במודלים יכול להתחיל בכיתות מוקדמות, כאשר המודלים מתקדמים מ"תמונות" קונקרטיות ו/או מודלים פיזיים בקנה מידה זה או אחר (לדוגמה, מכונת צעצוע) עד לייצוגים מופשטים יותר של קשרי גומלין רלוונטיים בכיתות מאוחרות יותר, כמו דיאגרמה המייצגת כוחות המופעלים על עצם נתון בתוך מערכת. (NRC Framework, 2012, p. 58)

מודלים כוללים דיאגרמות, שכפולים פיזיקליים, ייצוגים מתמטיים, אנלוגיות והדמיות מחשב. למרות שמודלים אינם מתייחסים במדויק לעולם האמתי, הרי שהם מביאים אל קדמת הבמה מאפיינים

מסוימים, בעוד הם מעמעמים מאפיינים אחרים. כל המודלים מכילים קירובים והנחות המגבילים את טווח התקפות ואת עוצמת הניבוי, כך שחשוב שתלמידים יכירו במגבלותיהם של המודלים. במדע, משתמשים במודלים כדי לייצג מערכת (או חלק ממנה) שאותה לומדים, כדי להסתייע בפיתוח שאלות והסברים, כדי ליצור נתונים העשויים להיות שימושיים לעריכת ניבויים ולשתף רעיונות עם אחרים. אפשר לצפות מתלמידים להעריך ולטש מודלים באמצעות מעגל חוזר ונשנה של השוואת תחזיותיהם אל העולם האמתי ולאחר מכן להתאימם מחדש כדי לקבל תובנות על תופעה שעבורה נבנה מודל. מודלים נבנים על בסיס ממצאים. כאשר נחשף ממצא חדש שאותו המודלים אינם מסוגלים להסביר, המודלים עוברים שינוים כך שיסבירו את הממצא. בהנדסה, מודלים עשויים לשמש לניתוח מערכת כדי לראות איפה או תחת אילו תנאים, עשויים להתפתח כשלים, או כדי לבחון פתרונות אפשריים לבעיה. מודלים יכולים גם לשמש להמחשה ויזואלית וכדי ללטש תכנון, כדי לשתף את מאפייני התיכון עם אחרים וכן לשמש כאב טיפוס לבחינת ביצועים.

ט-יב	ו-ח	ג-ה	גן-כיתה ב
העיסוק במודלים בכיתות ט-יב מבוסס על התנסויות בכיתות גן-ח ומתקדם לעבר שימוש, מיזוג, ופיתוח מודלים לשם ניבוי והצגה של קשרים בין גורמים, בין מערכות ורכיביהם בעולם הטבעי והמלאכותי.	העיסוק במודלים בכיתות ו-ח, מבוסס על התנסויות בכיתות גן-ה ומתקדם לעבר פיתוח, שימוש ושיפור מודלים כדי לתאר, לבחון ולנבא עוד תופעות מופשטות וכדי לתכנן מערכות.	העיסוק במודלים בכיתות ג-ה מבוסס על התנסויות בכיתות גן - ב, ומתקדם לעבר בניית וסקירת מודלים פשוטים ושימוש במודלים לייצוג אירועים ותכנון פתרונות.	העיסוק במודלים בכיתות גן - ב מבוסס על התנסויות קודמות ומתקדם לשילוב שימוש ופיתוח של מודלים (לדוגמה: דיאגרמות, שרטוטים, מודלים פיזיים, המחזה או סיפור) המייצגים אירועים אמתיים או פתרונות.
- הערכת איכויות ומגבלות של שני מודלים שונים לאותו כלי, תהליך, מנגנון או מערכת, וזאת - במטרה לבחור או לשפר מודל שמתאים בצורה הטובה ביותר לממצאים או לקריטריונים של התכנון. - תכנון בחינה למודל כדי להבטיח את מהימנותו.	- הערכת מגבלות של מודל עבור עצם מוצע או כלי מוצע.	- זיהוי מגבלות של מודלים.	- אבחנה בין מודל לבין העצם, התהליך, ו/או האירועים שהמודל מייצג. - השוואה בין מודלים כדי לזהות מאפיינים משותפים והבדלים.
- פיתוח, שיפור ו/או שימוש במודל המבוסס על ממצאים כדי להמחיש ו/או לנבא את קשרי הגומלין בין מערכות או	- פיתוח או התאמה של מודל המבוסס על ממצאים כדי לבדוק מה מתרחש אם גורם או רכיב במערכת, משתנה.	- פיתוח משותף ו/או שיפור של מודל מבוסס ממצאים, מודל המראה יחסים בין גורמים, באירועים תדירים	- פיתוח ו/או שימוש במודל כדי לייצג כמויות, יחסים, גדלים יחסיים (גדול יותר, קטן יותר) ו/או דפוסים

<p>בין רכיבים של מערכות. - פיתוח ו/או שימוש בסוגים מרובים של מודלים כדי להפיק דו"חות מכניסטיים ו/או לנבא תופעות, ולנוע בגמישות בין סוגי המודלים המבוססים על האיכויות והמגבלות.</p>	<p>- שימוש ו/או פיתוח מודל של מערכות פשוטות עם רכיבים בלתי ודאיים ולא כל כך צפויים. - פיתוח ו/או שיפור של מודל כדי להראות את הקשרים בין הגורמים, כולל אלה שאינם ניתנים לצפייה, ובאותה עת לנבא תופעות הניתנות לצפייה. - פיתוח ו/או שימוש במודל כדי לחזות ו/או לתאר תופעות. - פיתוח מודל לתיאור מנגנונים בלתי נצפים.</p>	<p>ורגילים. - פיתוח מודל תוך שימוש באנלוגיה, דוגמה או ייצוג מופשט כדי לתאר עיקרון מדעי או פתרון הנדסי. - פיתוח ו/או שימוש במודלים לתיאור או ניבוי של תופעה.</p>	<p>בעולם הטבעי והמלאכותי.</p>
<p>- פיתוח מודל מורכב המאפשר מניפולציה ובחינה של תהליך מוצע או מערכת מוצעת. - פיתוח ו/או שימוש במודל (כולל מודל מתמטי וחישובי) לשם יצירת נתונים במטרה לספק הסברים, לנבא תופעות, לנתח מערכות ו/או לפתור בעיות.</p>	<p>- פיתוח ו/או שימוש במודל כדי להפיק נתונים לשם בחינת רעיונות על תופעות במערכות טבעיות או מלאכותיות, כולל אלה המייצגות קלט ופלט, ואלה הנמצאות בסדרי גודל שאינם ניתנים לצפייה.</p>	<p>- פיתוח דיאגרמה או אב טיפוס פשוט כדי לתאר עצם מוצע, כלי מוצע או תהליך. - שימוש במודל כדי לבחון יחסי סיבה ותוצאה או אינטראקציות הנוגעות לתפקוד של מערכת טבעית או מלאכותית.</p>	<p>- פיתוח מודל פשוט המבוסס על ממצאים כדי לייצג עצם מוצע או כלי מוצע.</p>

פרקטיקה 3 - תכנון וביצוע חקר

יש לתת לתלמידים הזדמנויות לתכנן ולבצע כמה מקרים של חקר במהלך לימודיהם בכיתות גן - י"ב. בכל הרמות הם צריכים להיות מעורבים במקרי חקר בטווח שנע בין חקר מובנה המתבצע בידי מורה במטרה לחשוף סוגיה או שאלה שלא סביר שהם יחקרו בעצמם (למשל מדידת תכונות ייחודיות של חומרים) ועד לחקר שעולה משאלות התלמידים עצמם (NRC Framework, 2012, p. 61).

ניתן לבצע חקר מדעי כדי לתאר תופעה, או כדי לבחון תיאוריה או מודל להסברת פעולתו של העולם. מטרתו של החקר ההנדסי עשויה להיות תיקון או שיפור של מערכת טכנולוגית פועלת או השוואה בין פתרונות שונים כדי לראות איזה מהם פותר את הבעיה בצורה הטובה ביותר. בין אם התלמידים עוסקים במדע או בהנדסה, תמיד חשוב לציין את מטרת החקר, לנבא תפוקות ולתכנן את כיוון הפעולה שיפיק את הממצאים הטובים ביותר כדי לתמוך במסקנותיהם. תלמידים צריכים לתכנן חקר שיביא ליצירתו של ידע שיספק ראיות לתמיכה בטענותיהם על תופעות. הנתונים אינם מהווים ראיה עד שמשתמשים בהם בתהליך של תמיכה בטענה. תלמידים צריכים להשתמש בהסקת מסקנות וברעיונות מדעיים, עקרונות ותיאוריות כדי להראות מדוע הנתונים יכולים להיחשב כראיות.

במהלך הזמן, מצופה מתלמידים להפוך ליותר שיטתיים ויותר זהירים בשיטותיהם. בניסוי מעבדה, מצופה מהתלמידים להחליט באילו גורמים לטפל כתוצאות או כתפוקות, באילו מהם לטפל כתשומות המשתנות מניסיון (במובן trial) אחד לשני, ובאילו מהם צריכים לשלוט, או לשמור לאורך הניסיונות השונים. במקרה של תצפיות שדה, בתכנון מעורבת החלטה כיצד לאסוף דגימות שונות של נתונים בתנאים שונים, למרות שלא כל התנאים נמצאי תחת שליטה ישירה של החוקר. תכנון וביצוע חקר עשוי לכלול מרכיבים של כל הפרקטיקות האחרות.

ט-יב	ו-ח	ג-ה	גן-כיתה ב
<p>תכנון וביצוע חקר בכיתות ט -י"ב, מבוססים על התנסויות בכיתות גן - ח, ומתקדמים לעבר ביצוע חקר שמספק ממצאים למודלים רעיוניים, מתמטיים, פיזיקליים, ואמפיריים, ולבחינתם.</p>	<p>תכנון וביצוע חקר בכיתות ו-ח, מבוססים על התנסויות בכיתות גן - ה ומתקדמים לעבר שימוש בגורמים מרובים (משתנים מרובים) ומספקים ראיות לתמיכה בהסברים או פתרונות.</p>	<p>תכנון וביצוע חקר בכיתות ג-ה, כדי לענות על שאלות או לבחון פתרונות מבוססים על התנסויות בכיתות גן - ב, ומתקדמים לעבר שילוב חקר שיש בו <u>בקרה על גורמים</u> ואספקת ראיות לתמיכה בהסברים או בתכנון פתרונות.</p>	<p>תכנון וביצוע חקר בכיתות גן - ב כדי לענות על שאלות או לבחון פתרונות, מבוססים על התנסויות קודמות ומתקדמים לחקר פשוט, המבוסס על מבחנים הוגנים, המספקים נתונים לשם תמיכה בהסברים או לתכנון פתרונות.</p>
<p>תכנון חקר או בחינת תיכון באופן פרטני או שיתופי כדי להפיק נתונים שימשו כבסיס לראיות כחלק מההבנייה והשיפור של מודלים, תמיכה בהסברים לתופעות, או בחינת פתרונות לבעיות. לקיחה בחשבון של גורמים או של אפקטים סותרים והערכה של תכנון החקר כדי להבטיח שהגורמים נמצאים תחת שליטה. תכנון וניהול חקר באופן אינדיבידואלי ושיתופי כדי להפיק נתונים שימשו כבסיס ל לראיות, ובתכנון: קבלת החלטה על סוגים, כמות, ורמת דיוק של נתונים הנחוצים להפקת מדידות מהימנות</p>	<p>תכנון חקר (כולל חקר בתיכון) באופן פרטני ושיתופי: זיהוי גורמים בלתי תלויים ותלויים, ובקרות, איזה כלים נחוצים לאיסוף נתונים, איך המדידות יתועדו, וכמה נתונים נחוצים לתמיכה בטענה. ניהול חקר ו/או, הערכה ו/או שיפור התכנון הניסויי כדי להפיק נתונים שישירותו כבסיס לראיות שמשרתות את מטרת החקר.</p>	<p>תכנון וניהול חקר שיתופי להפקת נתונים שימשו כבסיס לראיות, תוך שימוש במבחנים הוגנים הכוללים את הגורמים המבוקרים ואת מספר החזרות.</p>	<p>תכנון וניהול חקר בשיתוף עם עמיתים, בסיועה של הנחייה. תכנון וניהול חקר שיתופי כדי להפיק ממצאים כבסיס לראיות על מנת להשיב על שאלה.</p>

<p>ולקיחה בחשבון של מגבלות על דיוק הנתונים (למשל מספר החזרות, מחיר, סיכון, זמן), וליטוש התכנון בהתאם.</p> <p>תכנון וניהול חקר או בחינת פתרון באופן בטיחותי ואתי, כולל הבאה בחשבון של השפעות סביבתיות, חברתיות ואישיות.</p>			
<p>בחירת כלים מתאימים לאיסוף, תיעוד, ניתוח והערכת נתונים.</p>	<p>הערכת הדיוק של מגוון שיטות לאיסוף מידע.</p>	<p>הערכת שיטות מתאימות ו/או כלים לאיסוף נתונים.</p>	<p>הערכת דרכים שונות לתצפית ו/או למדידה של תופעה והחלטה על איזו דרך יכולה לענות על שאלה.</p>
<p>בניית השערה ישירה המפרטת מה קורה לגורם תלוי כאשר משנים גורם בלתי תלוי.</p> <p>שינוי גורמים ואיסוף נתונים על מודל מורכב של תהליך או של מערכת, על מנת לזהות נקודות כשל או על מנת לשפר ביצוע לאור הקריטריונים להצלחה, או לאור גורמים אחרים.</p>	<p>איסוף נתונים ליצירת נתונים שימשו כבסיס לראיות כדי לענות על שאלות מדעיות או לבחינת תכנון פתרונות בטווח של תנאים.</p> <p>איסוף נתונים אודות ביצועים של עצם נתון, כלי, תהליך או מערכת בטווח נתון של תנאים.</p>	<p>ביצוע תצפיות ו/או מדידות להפקת נתונים שימשו כבסיס לראיות עבור הסבר או תופעה או לבחינת תכנון של פתרון.</p> <p>ביצוע ניבויים על מה היה קורה אם גורם היה משתנה.</p> <p>בחינת שני מודלים שונים של אותו עצם, כלי או תהליך כדי לקבוע איזה מהם מתמודד טוב יותר עם הקריטריונים להצלחה.</p>	<p>ביצוע תצפיות (ישירות או מהמדיה) ו/או מדידות, כדי לאסוף נתונים העשויים לשמש לעריכת השוואות.</p> <p>ביצוע תצפיות (ישירות או מהמדיה) ו/או מדידות של עצם או כלי, או מדידות של פתרון, כדי להחליט אם הם פותרים בעיה או מתמודדים עם מטרה.</p> <p>ביצוע ניבויים המבוססים על התנסויות קודמות.</p>

פרקטיקה 4 - ניתוח ופרשנות של נתונים

כאשר הנתונים נאספים, חייבים להציגם בצורה שניתן יהיה לגלות באמצעותה תבניות וקשרי גומלין באופן שמאפשר לתקשר נתונים לאחרים. מאחר שלנתונים גולמיים כאלה יש משמעות קטנה, אחד מהפרקטיקות החשובות ביותר של המדענים היא לארגן ולתת פרשנות לנתונים באמצעות הצגתם בטבלה, באמצעות יצירת גרפים, או באמצעות ניתוח סטטיסטי. ניתוח כזה עשוי לחשוף את משמעות הנתונים והרלוונטיות שלהם, כך שיוכלו לשמש כראיות.

גם מהנדסים מבצעים החלטות המבוססות על ראיות לכך שעיצוב נתון יעבוד. לעתים רחוקות הם נסמכים על ניסוי וטעיה. מהנדסים מנתחים לעתים קרובות תיכון על ידי יצירת מודל או אב טיפוס ואיסוף נתונים חיצוניים על אופן ביצועו, כולל תחת תנאים קיצוניים. ניתוח שכזה לא רק מעדכן החלטות בנוגע לתיכון ומאפשר את ניבוי או את הערכתו של הביצוע אלא גם מסייע בהגדרת או בהבהרת בעיות, בהגדרת מעשיותם הכלכלית, הערכת חלופות וחקירת כשלים (NRC Framework, 2012, p.61-62).

כאשר תלמידים מתבגרים, מצופה מהם להרחיב את יכולותיהם להשתמש בטווח של כלים ליצירת טבלאות, ייצוג גרפי, ויזואליזציה וניתוח סטטיסטי. מהתלמידים מצופה גם לשפר את יכולותיהם לפרש נתונים על ידי זיהוי של מאפיינים בולטים ותבניות, להשתמש במתמטיקה לייצוג קשרי גומלין בין גורמים ולקחת בחשבון מקורות לטעות. במידת האפשר ובמידה והדבר מעשי, על התלמידים להשתמש בכלים דיגיטליים, לניתוח נתונים ולפרשנות לנתונים. בין אם מדובר בניתוח נתונים למטרה מדעית או הנדסית, חשוב שתלמידים יציגו נתונים כראיה לתמיכה במסקנותיהם.

גן-כיתה ב	ג-ה	ו-ח	ט-יב
ניתוח נתונים בגן - ב מבוסס על התנסויות קודמות ומתקדם לעבר איסוף, תיעוד ושיתוף תצפיות.	ניתוח נתונים בכיתות ג - ה, מבוסס על התנסויות בכיתות גן - ב ומתקדם לעבר הצגת גישות כמותיות לאיסוף נתונים וביצוע חזרות על תצפיות איכותיות. יש להשתמש בכלים דיגיטליים כאשר זה אפשרי ומעשי.	ניתוח נתונים בכיתות ו-ח מבוסס על התנסויות בכיתות גן - ה ומתקדם לעבר הרחבת הניתוח הכמותי לצורך חקר, לצורך הבחנה בין מתאם וסיבתיות, וכן שימוש בטכניקות סטטיסטיות בסיסיות לניתוח נתונים ושגיאות.	ניתוח נתונים בכיתות ט-יב מבוסס על התנסויות בכיתות גן - ח ומתקדם לכיוון הצגת עוד ניתוח סטטיסטי מפורט, השוואת קבוצות גדולות של נתונים לצורך עקביות ושימוש במודלים ליצירה ולניתוח של נתונים.
תיעוד מידע (תצפיות, מחשבות ורעיונות). שימוש בשיתוף תמונות, ציורים ו/או כתיבת טקסטים המתארים תצפיות. שימוש בתצפיות (מכלי ראשון או מאמצעי התקשורת) לתיאור תבניות ו/או קשרי גומלין בעולם הטבע או בעולם המלאכותי כדי להשיב על שאלות	ייצוג נתונים בטבלאות ו/או ייצוגים גרפיים מגוונים (גרף עמודה, פיקטוגרף ו/או דיאגרמת עוגה) לגילוי תבניות המרמזות על קשרי גומלין.	בנייה, ניתוח ו/או פרשנות של ייצוגים גרפיים של נתונים ו/או של קבוצות נתונים גדולות, כדי לזהות קשרים לינאריים ולא לינאריים. שימוש בייצוגים גרפיים (לדוגמה: מפות, תרשימים, גרפים, ו/או טבלאות) של קבוצות נתונים גדולות לזיהוי קשרים	ניתוח נתונים תוך שימוש בכלים, טכנולוגיות ו/או מודלים (לדוגמה: חישוביות, מתמטיקה) כדי ליצור טענות מדעיות תקפות ומהימנות או כדי לקבוע פתרון אופטימלי.

	<p>של זמן ושל מרחב. הבחנה בנתונים בין קשרים של סיבה ושל מתאם. ניתוח ופרשנות של נתונים כדי לספק ראיות לתופעה.</p>		<p>מדעיות או לפתור בעיות. השוואת תחזיות (המבוססות על התנסויות קודמות) למה שהתרחש (אירועים נצפים).</p>
<p>יישום רעיונות סטטיסטיים והסתברותיים (כולל קביעה אם פונקציה מתאימה לנתונים, לשיפוע, לנקודת חיתוך ולקבוע הישר עבור פונקציות לינאריות) עבור שאלות מדעיות והנדסיות ועבור בעיות, תוך שימוש בכלים דיגיטליים כאשר זה מעשי.</p>	<p>יישום רעיונות סטטיסטיים והסתברותיים (כולל ממוצע, חציון, שכיח ושונות) כדי לנתח ולאפיין נתונים, תוך שימוש בכלים דיגיטליים, כאשר זה מעשי.</p>	<p>ניתוח ופרשנות של נתונים למציאת הגיון בתופעות, תוך שימוש בהנמקות, מתמטיקה ו/או חישוב.</p>	
<p>לקיחת בחשבון של מגבלות ניתוח נתונים (לדוגמה: שגיאת מדידה, בחירת דגימה) כאשר מנתחים ומפרשים נתונים.</p>	<p>לקיחה בחשבון של מגבלות של ניתוח נתונים (לדוגמה: שגיאת מדידה), ו/או חתירה לשיפור דיוק של נתונים באמצעות כלים ושיטות טכנולוגיים טובים יותר (למשל חזרות).</p>		
<p>השוואת סוגים שונים של קבוצות נתונים (כאלה המופקים באופן עצמאי, מארכיון) כדי לבחון עקביות של מדידות ותצפיות.</p>	<p>ניתוח ופרשנות של נתונים כדי לקבוע דמיון ושוני בין הממצאים.</p>	<p>השוואה בין נתונים שנאספו על ידי קבוצות שונות, כדי לדון בדמיון ובהבדל בין ממצאיהן.</p>	
<p>הערכת ההשפעה של נתונים חדשים על הסבר פועל ו/או מודל פועל לתהליך מוצע או למערכת מוצעת. ניתוח נתונים כדי לזהות מאפיינים של תיכון או מאפיינים של רכיבים של מערכת מוצעת או של הפוך מוצעת כדי להפוך</p>	<p>ניתוח נתונים להגדרת טווח פעולה מיטבי של עצם, כלי, תהליך או מערכת מוצעים, שעונים בצורה הטובה ביותר לקריטריונים להצלחה.</p>	<p>ניתוח נתונים כדי ללטש ניסוח של בעיה או של תהליך תיכון של עצם, כלי או תהליך. שימוש בנתונים כדי להעריך וללטש פתרונות תיכון.</p>	<p>ניתוח נתונים שהתקבלו מבחינתו של עצם או כלי, כדי לקבוע אם הוא פועל כפי שהיה מצופה.</p>

אותם למיטביים לאור הקריטריונים להצלחה.			
--	--	--	--

פרקטיקה 5 - שימוש במתמטיקה ובחשיבה חישובית

הערה שלנו: חשיבה חישובית (באנגלית: Computational thinking) הוא שם כולל לתהליכי החשיבה שמעורבים בניסוח בעיה וניסוח פתרונות עבור הבעיה, באופן שהחישוב (על ידי אדם או מכונה) יוכל לבצע את הפתרונות באופן אפקטיבי.

קיימים הבדלים באופן בו מתמטיקה וחשיבה חישובית מיושמות במדע ובהנדסה. למרות זאת, מתמטיקה מביאה תכופות את שני התחומים ביחד על ידי כך שהיא מאפשרת למהנדסים ליישם את הייצוגים המתמטיים של התיאוריות המדעיות ועל ידי כך שהיא מאפשרת למדענים להשתמש בטכנולוגיות המידע העוצמתיות שתוכננו על ידי מהנדסים. על ידי כך, שני סוגי אנשי המקצוע יכולים לממש את החקר והניתוח ולבנות מודלים מורכבים, שאחרת לא היו באים בחשבון מבחינת ביצוע (NRC Framework, 2012, p. 65).

מצופה מתלמידים שישתמשו במתמטיקה כדי לייצג גורמים פיזיקליים ויחסים ביניהם, ולעשות ניבויים איכותיים. יישומים אחרים של מתמטיקה במדע ובהנדסה כוללים לוגיקה, גאומטריה וברמות הגבוהות יותר - חשבון דיפרנציאלי ואינטגרלי. מחשבים וכלים דיגיטליים מעצימים את כוחה של המתמטיקה על ידי ביצוע אוטומטי של חישובים, חישוב מקורב של פתרונות לבעיות שאי אפשר למצוא להם פתרון חישובי מדויק, וניתוח של מערך גדול של נתונים זמינים על מנת לזהות תבניות משמעותיות. מצופה מתלמידים שישתמשו בכלים מעבדתיים המחברים למחשבים, על מנת לערוך צפיות, למדוד, להקליט, ולבצע עיבוד מידע. כמו כן מצופה מהם להיות מעורבים בחשיבה חישובית, שמעורבים בה אסטרטגיות לארגון ולחיפוש מידע, יצירת רצפים של צעדים הקרויים בשם אלגוריתמים, ולהשתמש ולפתח הדמיות חדשות של מערכות טבעיות ומלאכותיות. מתמטיקה היא כלי המהווה מפתח להבנת מדע. ככזה, הדרכה בכיתה חייבת לכלול יכולות מתמטיות קריטיות. ה-NGSS מציג רבות מיכולות אלה באמצעות הציפיות המצופות של ביצועים, אבל הדרכה כזאת חייבת להעצים את המדע כולו באמצעות שימוש בחשיבה מתמטית וחישובית איכותית.

גן-כיתה ב	ג-ה	ו-ח	ט-יב
חשיבה מתמטית וחישובית בגן - ב, מבוססת על התנסויות קודמות ומתקדמת לעבר ההכרה שניתן להשתמש במתמטיקה לתיאור העולם הטבעי והמלאכותי.	חשיבה מתמטית וחישובית בכיתה ג-ה, מבוססת על התנסויות בגן - ב ומתקדמת לעבר הרחבת מדידות כמותיות למגוון תכונות פיזיקליות ושימוש בחישוביות ומתמטיקה לניתוח נתונים והשוואה בין חלופות שונות לתכנון פתרון.	חשיבה מתמטית וחישובית בכיתה ו-ח, מבוססת על התנסויות בגן - כיתה ה, ומתקדמת לעבר זיהוי תבניות בקבוצות נתונים גדולות ושימוש ברעיונות מתמטיים כדי לתמוך בהסברים וטיעונים.	חשיבה מתמטית וחישובית בכיתה ט-י"ב מבוססת על התנסויות בגן - כיתה ח ומתקדמת לעבר שימוש בחשיבה אלגברית ואנליזה, טווח של פונקציות לינאריות ולא לינאריות, כולל פונקציות טריגונומטריות, מעריכים ולוגריתמים וכלים חישוביים לניתוח

<p>סטטיסטי, כדי לנתח, לייצג, ולמְדַל נתונים. כמו כן, יצירה ושימוש בהדמיות חישוביות פשוטות המבוססות על מודלים מתמטיים המביאות בחשבון הנחות בסיסיות.</p>			
<p>יצירה ו/או שיפור של מודל חישובי או של הדמיה של תופעה, מתק מתוכנן, תהליך, או מערכת.</p>		<p>קבלת החלטה אם נתונים איכותיים או כמותיים הם הטובים ביותר כדי לקבוע האם כלי מוצע או עצם מוצע עונים על הקריטריונים להצלחה.</p>	<p>ביצוע החלטה מתי להשתמש בנתונים איכותיים לעומת נתונים כמותיים.</p>
<p>שימוש בייצוגים מתמטיים, חישוביים, ו/או אלגוריתמיים, של תופעות או של פתרונות תיכון, לתיאור ו/או תמיכה בטענות ו/או הסברים.</p>		<p>ארגון מערכי נתונים פשוטים כדי לגלות תבניות המצביעות על קשרי גומלין.</p>	<p>שימוש בספירה ומספרים לזיהוי ותיאור תבניות בעולם הטבעי והמלאכותי.</p>
<p>יישום טכניקות של אלגברה ושל פונקציות לייצוג ופתרון של בעיות מדעיות והנדסיות.</p>	<p>שימוש בייצוגים מתמטיים לתיאור ו/או, תמיכה במסקנות מדעיות ובתכנון פתרונות.</p>	<p>תיאור, מדידה, הערכה, ו/או שימוש בערכים מספריים של גרף כגון שטח, נפח, משקל, זמן כדי להתמודד עם שאלות ובעיות מדעיות והנדסיות.</p>	<p>תיאור, מדידה ו/או השוואה כמותית של תכונות של עצמים שונים והצגת הנתונים תוך שימוש בגרפים פשוטים.</p>
<p>שימוש במספר מוגבל של מקרים כדי לבחון ביטויים מתמטיים, תכניות מחשב, אלגוריתמים, או הדמיות של תהליך או מערכת כדי לראות האם מודל הוא מתקבל על הדעת, על ידי השוואת התוצאות עם מה שידוע על העולם האמיתי. - יישום יחסים, קצבים, אחוזים והמרת יחידות בהקשר של בעיות מדידה</p>	<p>יצירת אלגוריתמים (סדרה של צעדים מסודרים) לפתרון בעיה. יישום רעיונות מתמטיים ו/או תהליכים (לדוגמא: יחס, קצב, אחוז, פעולות בסיסיות, אלגברה פשוטה) לשאלות מדעיות והנדסיות ולבעיות. - שימוש בכלים דיגיטליים ו/או הסברים וטעוניהם מתמטיים לבחינת</p>	<p>יצירה ו/או שימוש בגרפים ו/או מפות, שנוצרו מאלגוריתמים פשוטים, כדי להשוות בין פתרונות חלופיים לבעיה הנדסית.</p>	<p>שימוש בנתונים כמותיים להשוואת שני פתרונות חלופיים לבעיה.</p>

מורכבות העושות שימוש ביחידות מידה נגזרות או מורכבות (כגון מיליגרם/מיליטר, ק"ג/מ"ק, אקר-רגל, וכו").	והשוואת פתרונות מוצעים לבעיית תכנון הנדסי.		
--	--	--	--

פרקטיקה 6 - בניית הסברים ותכנון פתרונות

מטרת המדע היא לבנות הסברים עבור סיבות לתופעות. מצופה מהתלמידים לבנות את ההסברים שלהם, באותה מידה בה הם נדרשים ליישם הסברים סטנדרטיים שהם לומדים ממוריהם או מקריאה.

המסגרות (של ה-NRC) קובעות את הדברים הבאים בנוגע להסברים: "מטרת המדע היא בניית תיאוריות כדי לספק את ההסברים על העולם. תיאוריה הופכת למקובלת כאשר יש לה קווים מרובים של ממצאים אמפיריים ועוצמה הסברית גדולה יותר של תופעות, מאשר לתיאוריות קודמות לה (p, 2012, NRC Framework, 52).

הסבר כולל טענה המתייחסת לעד כמה משתנה או כמה משתנים מתייחסים למשתנה או למערך של משתנים. טענה נעשית לעתים קרובות כתגובה לשאלה וכתהליך של מתן תשובה לשאלה. מדענים מתכננים לעתים קרובות מחקרים כדי להפיק נתונים. מטרת ההנדסה היא לפתור בעיות. תכנון פתרונות עבור בעיות הוא תהליך שיטתי שמעורבים בו הגדרת בעיה, לאחר מכן ייצור, בחינה ושיפור של פתרונות. הפרקטיקה הזו מתוארת במסגרות (של ה-NRC). בקשה מתלמידים להפגין את הבנתם ביישומים של רעיון מדעי על ידי פיתוח הסברים משלהם של השלכותיו של רעיון מדעי על ידי פיתוח הסברים משלהם עבור תופעות, בין אם היא מבוססת על תצפיות שהם עשו או מודלים שהם פיתחו, הופך אותם למעורבים בחלק מהותי של התהליך שבמסגרתו השינוי התפיסתי יכול להתרחש בהנדסה, המטרה היא לתכנן יותר מאשר לתת הסברים. התהליך של תיכון הוא חוזר על עצמו ושיטתי, ממש כמו בתהליך של פיתוח הסבר או תיאורי במדע. יחד עם זאת, בפעילויותיהם של מהנדסים יש אלמנטים מובחנים מאלה של מדענים. אלמנטים אלה כוללים אפיון אילוצים וקריטריונים עבור איכויות הנדרשות לפתרון, פיתוח תכנית לתכנון, יצירת מודלים או אבי טיפוס, ובחינתם, בחירה בין חלופות לתיכון כדי למטב את השגתם של קריטריונים לתכנון וליטוש רעיונות לתכנון המבוססות על ביצועי אב הטיפוס או ההדמיה. (p, 2012, NRC Framework, 68-69)

ט-יב	ו-ח	ג-ה	גן-כיתה ב
בניית הסברים ותכנון פתרונות בכיתות ט - יב, מבוססים על התנסויות בכיתות גן - ח ומתקדמים להסברים ופתרונות תכנוניים הנתמכים על	בניית הסברים ופתרונות (הנדסיים) בכיתות ו-ח מבוססת על התנסויות בכיתות גן - ה, ומתקדמת לעבר מצב של שילוב הסברים ופתרונות	בניית הסברים ותכנון פתרונות בכיתה ג - ה, מבוססים על התנסויות בגן - ב, ומתקדמים לעבר שימוש בממצאים בבניית הסברים	בניית הסברים ותכנון פתרונות בגן - ב, מבוססים על התנסויות קודמות ומתקדמים לעבר שימוש בממצאים וברעיונות בבניית דוחות מבוססי

<p>ידי מקורות מרובים ובלתי תלויים של ממצאים המופקים על ידי תלמידים, ונמצאים בהלימה לרעיונות מדעיים, עקרונות ותיאוריות.</p>	<p>הנתמכים על ידי מקורות מרובים של ממצאים הנמצאים בהלימה עם רעיונות מדעיים, עקרונות ותיאוריות.</p>	<p>המאפיינים משתנים המתארים ומנבאים תופעות, ובתכנון פתרונות מרובים לבעיות (הנדסיות).</p>	<p>ממצאים על תופעות טבע ותכנון פתרונות.</p>
<p>ניסוח טענה איכותית או כמותית תוך התייחסות לקשרי גומלין בין משתנים בלתי תלויים לבין משתנים תלויים.</p>	<p>בניית הסבר הכולל קשרי גומלין איכותיים וכמותיים בין משתנים, המנבא ו/או מתאר תופעה. בניית הסבר תוך שימוש במודלים או ייצוגים.</p>	<p>בניית הסבר לקשרי גומלין נצפים (לדוגמה, תפוצת צמחים בחצר האחורית).</p>	<p>ביצוע תצפיות (באופן ישיר או מכלי תקשורת) כדי לבנות דוח מבוסס ממצאים על תופעות טבע.</p>
<p>ניסוח וליטוש של הסבר המבוסס על ממצאים מהימנים ותקפים ממקורות שונים (כולל מחקירותיהם של התלמידים עצמם, מודלים, תיאוריות, הדמיות, הערכת עמיתים) וההנחה שתיאוריות וחוקים המתארים את העולם פועלים היום כפי שהם פעלו בעבר וימשיכו לעשות כך גם בעתיד. - יישום רעיונות מדעיים, עקרונות ו/או ממצאים כדי לתמוך בהסבר של תופעות או לתמוך בפתרון לבעיות (הנדסיות), תוך לקיחה בחשבון של השפעות בלתי צפויות.</p>	<p>בניית הסבר מדעי המבוסס על ממצאים מהימנים, ממקורות (כולל התנסויות של התלמידים עצמם) ועל ההנחה שתיאוריות וחוקים המתארים את העולם פועלים כיום כפי שהם פעלו בעבר וגם ימשיכו לעשות כך בעתיד. - יישום רעיונות מדעיים, עקרונות ו/או ממצאים כדי לבנות, לשכתב ו/או להשתמש בהסבר עבור תופעה מציאותית, דוגמאות או אירועים.</p>	<p>שימוש בממצאים (לדוגמה מדידות, תצפיות, תבניות) לבניית או תמיכה בהסבר או בתכנון פתרון לבעיה.</p>	
<p>יישום של הסקה מדעית, תיאוריה ו/או מודלים כדי לקשר בין הממצאים לבין הטענות על מנת להעריך עד כמה תהליך הסקת</p>	<p>יישום של הסקה מדעית כדי להראות מדוע הנתונים או הממצאים שמשתמשים בהם הם מתאימים להסבר או למסקנה.</p>	<p>זיהוי הממצאים התומכים בנקודות ספציפיות בהסבר.</p>	

<p>המסקנות והנתונים תומכים בהסבר או במסקנה.</p>			
<p>תכנון, הערכה ו/או ליטוש של פתרון לבעיה אמיתית מורכבת, תוך התבססות על ידע מדעי, מקורות של ממצאים, שהופקו על ידי תלמידים, תיעדוף קריטריונים וביצוע פשרות.</p>	<p>יישום רעיונות מדעיים או עקרונות, לתכנון, בנייה ו/או בחינה של תכנון עצם, כלי, תהליך או מערכת. לקיחת אחריות על פרויקט תכנון, תוך מעורבות במעגל התיכון, לבניית או ליישום הפתרון המתמודד עם הקריטריונים והאילוצים הספציפיים. טיוב הביצועים של התכנון על ידי תיעדוף קריטריונים, שקלול הרווח, בחינה, ליטוש ובחינה חוזרת.</p>	<p>יישום רעיונות מדעיים כדי לפתור בעיות (הנדסיות). הפקה והשוואה של פתרונות מרובים לבעיה המבוססים על המידה בה הם מתמודדים עם הקריטריונים ועם האילוצים של הפתרון (ההנדסי).</p>	<p>שימוש בכלים ו/או חומרים כדי לתכנן ו/או לבנות מכשיר הפותר בעיה ספציפית או כדי לבנות פתרון לבעיה ספציפית. ליצור ו/או להשוות בין פתרונות מרובים לאותה בעיה.</p>

פרקטיקה 7 - מעורבות בטיעון המבוסס על ממצאים

לימודי המדע וההנדסה צריכים ליצור תחושה של התהליך הטיעוני הנחוץ להתקדמות בפיתוח רעיון וההגנה עליו או של הסבר של תופעה. לימודי המדע וההנדסה צריכים גם להעניק תחושה של הנורמות לניהול תהליכים טיעוניים כאלה. ברוח זו, על התלמידים לטעון עבור ההסברים שהם בונים, להגן על פרשנויותיהם לנתונים קשורים ולהגן על התכונות שהם מציעים (NRC Framework,) (2012, p.73).

טיעון הוא תהליך להשגת הסכמה על הסברים ופתרונות. במדע, הנמקה וטיעון המבוססים על ממצאים הם חיוניים בזיהוי ההסבר הטוב ביותר עבור תופעת טבע. בהנדסה, הנמקה וטיעון נחוצים לזיהוי הפתרון הטוב ביותר לבעיה. מעורבות של תלמידים בטיעון מדעי היא מכריעה אם עליהם להבין את התרבות בה נמצאים מדענים וכן כדי ליישם את המדע ואת ההנדסה לתועלת החברה. ככזה, הטיעון הוא תהליך המבוסס על ממצאים והנמקה, תהליך המוביל להסברים המתקבלים על ידי הקהילה המדעית ולפתרונות המתקבלים על ידי קהיליית המהנדסים. תפקידו של הטיעון במדע הוא יותר מהגעה להסכמות בהסברים ובפתרונות. בין אם מדובר בחקירת תופעה, בחינת תכנון או בניית מודל כדי לספק מנגנון להסבר, מצפים מתלמידים להשתמש בטיעון כדי להאזין, להשוות, להעריך רעיונות מתחרים ושיטות המבוססות על הערכים שלהם. מדענים ומהנדסים מעורבים בטיעון כאשר הם חוקרים תופעה, בוחנים תכנון פתרון, פותרים בעיות הנוגעות למדידות, בונים מודלים לנתונים ומשתמשים בממצאים כדי להעריך טענות.

ט-יב	ו-ח	ג-ה	גן-כיתה ב
<p>מעורבות בטיעון המבוסס על ממצאים בכיתות ט - יב מבוססת על התנסויות בכיתות גן - ח ומתקדמת לעבר שימוש בממצאים רלוונטיים ומספיקים ובהנמקה מדעית לשם הגנה על טענות והסברים ולשם ביקורת על הסברים וטענות על העולם הטבעי והמלאכותי. טיעונים יכולים להגיע גם מאפיזודות מדעיות עכשוויות או היסטוריות.</p>	<p>מעורבות בטיעון המבוסס על ממצאים בכיתה ו - ח מבוססת על התנסויות בגן - כיתה ה ומתקדמת לעבר בניית טיעון משכנע התומך בטענה או מפריך טענה הנוגעת להסברים או פתרונות בנוגע לעולם הטבעי או המלאכותי.</p>	<p>מעורבות בטיעון המבוסס על ממצאים בכיתה ג - ה, מבוססת על התנסויות בגן - כיתה ב ומתקדמת לעבר מתיחת ביקורת על הסברים מדעיים או על פתרונות המוצעים על ידי עמיתים, באמצעות ציטוט ממצאים רלוונטיים על העולם הטבעי והמלאכותי.</p>	<p>מעורבות בטיעון המבוסס על ממצאים בגן - כיתה ב, מבוססת על התנסויות קודמות ומתקדמת לעבר השוואת רעיונות וייצוגים על העולם הטבעי והמלאכותי.</p>
<p>השוואה והערכה של טיעונים מתחרים או פתרונות מתחרים, לאור הסברים עדכניים מקובלים, ממצאים חדשים, מגבלות (לדוגמה, שקלול עלויות ותועלות), אילוצים וסוגיות אתיות.</p> <p>הערכת הטיעונים, הממצאים ו/או ההנמקה הנמצאים מאחורי הסברים עדכניים מקובלים או פתרונות מקובלים, לקביעת ערכיהם של הטיעונים.</p>	<p>השוואה בין שני טיעונים על אותו נושא, או העברת ביקורת עליהם, וניתוחם בנוגע לעד כמה הם מדגישים דמיון או שוני בממצאים ו/או בפרשנויות של עובדות.</p>	<p>השוואה וליטוש של טיעונים המבוססים על הערכת ממצאים שמוצגים. הבחנה בין עובדות, שיפוט מושכל המבוסס על ממצאי מחקר וספקולציות בהסבר.</p>	<p>זיהוי טיעונים הנתמכים על ידי ממצאים. הבחנה בין הסברים המביאים בחשבון את כל הממצאים ובין אלה שאינם עושים זאת. ניתוח מדוע יש ממצאים שהם רלוונטיים לשאלה מדעית ויש כאלה שלא.</p> <p>- הבחנה בין דעות לבין ממצאים בהסברים המוצגים.</p>
<p>העברת ביקורת ו/או קבלת ביקורת, באופן מכבד, על טיעונים מדעיים על ידי בחינת ההנמקה והממצאים, קריאת תיגר על רעיונות ומסקנות,</p>	<p>העברת ביקורת וקבלת ביקורת באופן מכבד על: הסברים, על הליכים ועל מודלים. כמו כן, העברת ביקורת וקבלת ביקורת על ידי הצגת שאלות</p>	<p>העברת ביקורת באופן מכבד על עמיתים וקבלת ביקורת מהם באופן מכבד, על הליך מוצע, הסבר או מודל, על ידי ציטוט של ממצאים רלוונטיים</p>	<p>האזנה פעילה לטיעונים כדי להצביע על הסכמה או על אי הסכמה המבוססת על ממצאים ו/או, כדי לספר מחדש את הנקודות העיקריות של</p>

<p>הגבה מושכלת לפרספקטיבות מגוונות והגדרת מידע נוסף הנחוץ לפתרון סתירות.</p>	<p>הכוללות הצגת ממצאים רלוונטיים ותגובה לשאלות.</p>	<p>והצגתן של שאלות ספציפיות.</p>	<p>הטיעון.</p>
<p>בנייה, שימוש ו/או הצגה של טיעון בעל פה ובכתב או של טיעוני נגד המבוססים על נתונים וממצאים.</p>	<p>בנייה, שימוש ו/או הצגה של טיעון בכתב או בעל פה, הנתמך על ידי ממצאים אמפיריים והנמקה מדעית כדי לתמוך או להפריך הסבר או מודל עבור תופעה או פתרון לבעיה.</p>	<p>בניית טיעון או תמיכה בטיעון על ידי ממצאים, נתונים, ו/או מודל. שימוש בנתונים להערכת טענה על סיבה ותוצאה.</p>	<p>בניית טיעון עם ממצאים כדי לתמוך בטענה.</p>
<p>העלאת טענה והגנה עליה, תוך התבססות על ממצאים אודות העולם הטבעי או היעילות של הפתרון המשקף ידע מדעי וממצאים המופקים על ידי תלמידים. הערכה של פתרונות מתחרים לבעיה אמיתית, המבוססת על רעיונות מדעיים ועקרונות, ממצאים אמפיריים, ו/או טיעונים לוגיים המתייחסים לגורמים רלוונטיים (כגון כלכליים, חברתיים, סביבתיים ואתיים).</p>	<p>ניסוח טיעון בעל פה או בכתב, התומך או מפריך את הביצוע המוצג של מתקן, תהליך או מערכת, המבוססים על הוכחות אמפיריות המתייחסות לעד כמה הטכנולוגיה עונה לקריטריונים הרלוונטיים ולאילוצים. הערכת פתרונות מתחרים המבוססת על קריטריונים מוסכמים.</p>	<p>ניסוח טענה על ערכו של פתרון לבעיה באמצעות ציטוט של ממצאים רלוונטיים המתייחסים לאופן בו הפתרון מתמודד עם הקריטריונים והאילוצים של הבעיה.</p>	<p>טעינת טענה על יעילותו של חפץ, כלי או פתרון, הנתמכת על ידי ממצאים רלוונטיים.</p>

פרקטיקה 8: השגת מידע, הערכת מידע ותקשורת מידע

כל חינוך מדעי והנדסי צריך לפתח אצל התלמידים יכולת לקרוא ולהפיק טקסט הייחודי לתחום נתון. ככזה, כל שיעור במדע או בהנדסה הוא בחלקו גם שיעור בשפה. במיוחד במה שנוגע לקריאת והפקת סוגות של טקסטים שהם מהותיים למדע ולהנדסה (NRC Framework, 2012, p. 7).

היכולות לקרוא, לפרש ולהפיק טקסט מדעי וטכני הן פרקטיקות בסיסיות של מדע והנדסה באותה מידה שהיכולת לתקשר באופן בהיר ומשכנע היא כזאת. היכולת להיות צרכן ביקורתי של מידע על מדע והנדסה דורש את היכולת לקרוא או לצפות בדוחות מדעיים או טכנולוגיים העוסקים בהתקדמות מדעית או כאלה הדנים ביישומים טכנולוגיים (בין אם הם מופיעים בעיתונות, באינטרנט או באסיפה)

ולזהות את הרעיונות הבולטים, להבחין במקורות של שגיאה או של כשלים מתודולוגיים, להבדיל בין תצפיות להסקות, בין טיעונים להסברים ובין טענות לממצאים. מדענים ומהנדסים משתמשים במקורות מרובים כדי להשיג מידע המשמש להערכת הערך והתקפות של טענות, שיטות ותכנונים. תקשורת לצורך העברת מידע, ממצאים ורעיונות יכול להתבצע בדרכים מרובות: שימוש בטבלאות, דיאגרמות, גרפים, מודלים, תצוגות אינטראקטיביות ומשוואות, באותה מידה כמו בדיבור, בכתיבה ובאמצעות דיונים מורחבים.

גן-כיתה ב	ג-ה	ו-ח	ט-יב
השגת מידע, הערכתו והעברתו בכיתות גן - ב, מבוססים על התנסויות קודמות ושימוש בתצפיות וטקסטים להעברת מידע חדש.	השגת מידע, הערכתו והעברתו בכיתות ג - ה, מבוססים על התנסויות בגן - כיתה ב ומתקדמים לעבר הערכת הערך והדיוק של רעיונות ושל שיטות.	השגת מידע, הערכתו והעברתו בכיתות ו-ח מבוססים על התנסויות בגן - כיתה ה, ומתקדמים לעבר הערכת ערכם ותקפותם של רעיונות ושל שיטות.	השגה, הערכה ותקשורת מידע בכיתות ט - י"ב מבוססים על התנסויות בכיתות גן - כיתה ח ומתקדמים לעבר הערכת תקפותם ומהימנותם של טענות, שיטות ותכנונים.
קריאת טקסטים המותאמים לגיל ו/או שימוש במדיה להשגת מידע מדעי ו/או טכני כדי לקבוע תבניות בממצאים על העולם הטבעי או המלאכותי.	קריאת והבנת טקסטים מורכבים מתאימים לשכבת הגיל ו/או אמצעי תקשורת אחרים לשם סיכום והשגה של רעיונות מדעיים וטכניים ותיאור האופן בו הם נתמכים על ידי ממצאים. - השוואת טקסטים מורכבים ו/או מיזוגם של אלה או של אמצעי תקשורת מהימנים אחרים, לשם תמיכה בפרקטיקות אחרות - מדעיות ו/או הנדסיות.	קריאה ביקורתית של טקסטים מדעיים המותאמים לשימוש בכיתה כדי לקבוע רעיונות מרכזיים ו/או להשיג מידע מדעי ו/או טכני על מנת לתאר תבניות או ממצאים בעולם הטבעי והמלאכותי.	קריאה ביקורתית של ספרות מדעית המותאמת לשימוש בכיתה כדי להגדיר את הרעיונות המרכזיים או את המסקנות העיקריות ו/או כדי להשיג מידע מדעי ו/או טכני על מנת לסכם ממצאים מורכבים, רעיונות, תהליכים או מידע, המוצגים בטקסטים, באמצעות ביצוע פראפראזה עליהם במונחים פשוטים יותר אך עדיין מדויקים.
תיאור האופן בו תמונות ספציפיות (כגון דיאגרמה המראה כיצד עובדת מכונה) תומכות ברעיון מדעי או הנדסי.	מיזוג מידע בטקסט כתוב עם טקסט המופיע בטבלאות, דיאגרמות ו/או מפות מתאימות, כדי לתמוך בפרקטיקות אחרות - מדעיות ו/או הנדסיות.	מיזוג של מידע איכותי ו/או כמותי המצוי בטקסט כתוב - מדעי ו/או טכני, עם מידע המצוי בתצוגות של מדיה ותצוגות חזותיות על מנת להבהיר טענות	השוואה, מיזוג והערכה של מקורות מידע המוצגים באמצעי תקשורת שונים או בפורמטים שונים (למשל באופן חזותי, באופן כמותי) כמו גם במלים, על מנת

להתמודד עם שאלה מדעית או כדי לפתור בעיה.	וממצאים.		
איסוף, קריאה והערכה של מידע מדעי ו/או מידע טכני ממקורות מרובים, תוך הערכת הממצאים והשימושיות של כל מקור. הערכת התקפות והמהימנות של טענות מרובות, שיטות מרובות ו/או תכונים מרובים, המופיעים בטקסטים מדעיים וטכניים או בדיווחים באמצעי התקשורת, תוך אימות המידע כאשר הדבר ניתן, ו/או מיזוגם.	איסוף, קריאה ומיזוג של מידע ממקורות מרובים מתאימים, והערכת המהימנות, הדיוק וההטיה האפשרית של כל פרסום ושל השיטות שמשמשים בהן, וכן תיאור האופן שבו הם נתמכים או לא נתמכים בממצאים. הערכת נתונים, השערות, ו/או מסקנות בטקסטים מדעיים וטכניים לאור מידע או דוחות, המתחרים זה בזה.	השגת מידע ומיזוג מידע מספרים ו/או אמצעי תקשורת מהימנים אחרים, על מנת להסביר תופעות או פתרונות לבעיות תכנון.	השגת מידע על ידי שימוש בטקסטים שונים, מאפייני טקסט (כגון כותרות, תוכן עניינים, מונחונים, תפריטים אלקטרוניים, צלמיות (אייקונים)), ואמצעי מדיה אחרים, שיהיו שימושיים במתן תשובות לשאלה מדעית או לתמיכה בטענה מדעית.
תקשורת מידע מדעי ו/או טכני או רעיונות (למשל אודות תופעות ו/או תהליך הפיתוח והתכנון וביצועיו של תהליך מוצע או שיטה מוצעת) באמצעות פורמטים מרובים (כולל בעל פה, בגרף, בטקסט ובאופן מתמטי).	תקשורת מידע מדעי ו/או טכני (למשל כזה הנוגע לכלי, תהליך, מערכת) באמצעות ייצוגים בכתב ו/או בעל פה.	תקשורת מידע מדעי ו/או טכני בעל פה ו/או בכתב, כולל צורות מגוונות של אמצעי תקשורת, כמו גם בטבלאות, דיאגרמות ומפות.	תקשורת של מידע או של רעיונות ו/או של פתרונות, ביחד עם אחרים, בעל פה או בכתב תוך שימוש במודלים, איורים, כתיבה או מספרים, המספקים פרטים על רעיונות מדעיים, פרקטיקות ו/או פתרונות אפשריים.

רפלקציה על פרקטיקות במדע ובהנדסה

הפיכת תלמידים למעורבים בפרקטיקות של מדע והנדסה, המתוארות בחלק זה איננה מספיקה לאוריינות מדעית. חשוב גם לבדוק ולשקף את האופן בו הפרקטיקות תורמות להתפתחות שלהם עצמם, ולהצטברות הידע המדעי וההישגים ההנדסיים במהלך הדורות. השגתו של דבר זה היא עניין של תכנית הלימודים ושל ההוראה, יותר מאשר של סטנדרטים, כך שקווים מנחים ספציפיים אינם ניתנים במסמך זה. למרות זאת, חלק זה לא יהיה שלם ללא ההכרה בכך שרפלקציה היא חיונית אם מעוניינים שהתלמידים יהיו מודעים לעצמם כלומדים בעלי יכולת ומאמינים בעצמם וכאנשי מעשה בתחומי המדע וההנדסה.