א-ב היסטורי

סימון סטווין (1620-1548)

מרגרט פרוים, מרכז מורים ארצי, אוניברסיטת חיפה

עלייתה וצמיחתה של הרפובליקה ההולנדית בסוף המאה ה- 16 ובמאה ה- 17 ממלאות אותנו בתהייה, בהתפעלות וברצון להבנה. לפנינו עם של בעלי מלאכה, ספנים וסוחרים שהביסו את צבאות ספרד, בנו מערכת ענפה של סכרים ותעלות שבעזרתם "כבשו" אדמות מהים, ייסדו ערים משגשגות, הקימו תעשיה איכותית, בנו צי אוניות מרהיב ופיתחו חקלאות פורחת. בקצרה, עם שהצליח לבנות מדינה לתפארת למרות מכלול נסיבות בעיתיות, מורכבות ולעיתים קשות.

סימון סטווין

מאחורי ההישגים הללו עמדו מודדי אדמות, שרטטי מפות, בוני מכשירים, בעלי דפוס, מומחים פיננסיים, מורים למדעים, מהנדסים, פיזיקאים, אסטרונומים, ממציאים, ובמילה אחת: אנשים שבראש מעיניהם היו קידום המדע וישומיו.

סימון סטווין (Simon Stevin) היה בנם מחוץ לנישואים של טוניוס סטווין וקאטילײנה ואן דר פורט, שניהם תושבים אמידים של העיר ברוז' (כיום עיר בבלגיה). סטווין רכש ידע בהנדסה ובמתמטיקה, וכן למד וחקר את היצירות המובילות במדע שהיו מוכרות באותם הזמנים. ידוע לנו שסטווין עבד בתחילה כגובה מיסים בעיר הולדתו ואחר-כך עבר לעיר אנטוורפן, שם עסק בניהול חשבונות העירייה.

בין השנים 1577-1571 ביקר בפולין, בגרמניה ובנורווגיה ובשנת 1581 השתקע בעיר ליידן שבהולנד. בשנת 1610 נשא סימון סטווין לאישה את קאטרינה קריי. נולדו להם ארבעה ילדים, אחד מהם, הנדריק, היה מדען מעולה, שפרסם לאחר מות אביו, כמה מכתביו. המקורות סותרים זה את זה באשר לקשר שהיה לסטווין עם האוניברסיטה המקומית. יש הטוענים שלמד בה ואף סיים את לימודיו, ואילו לפי מקורות אחרים כך רגלו מעולם לא דרכה באוניברסיטה.

מתמטיקה בשרות המלחמה

בסוף המאה ה- 16 ובתחילת המאה ה-17 נאבקה הולנד לשחרורה מידי השלטון הספרדי ששלט בה שנים ארוכות. השנה היא שנת 1604 ואנו מוצאים את סטווין כמורו האישי ויועצו של הנסיך מואוריץ ואן נסאו. הנסיך הנהיג בתקופה זו את המלחמה נגד הכובשים הספרדים ששלטו בנסיכויות הולנד והצליח להביסם.

הנסיך היה לא רק גנרל מנוסה, חכם וכישרוני, אלא השתייך לאותה קבוצה של מנהיגים צבאיים שהחלו להבין היטב את חשיבותו העצומה של המדע לניצחון במלחמה. סטווין, שמונה על-ידי הנסיך לראש אגף האפסנאות בצבאו, היה תמיד נכון לתרום את כישוריו המדעיים לשירות המאמץ הצבאי הלאומי לשחרור הולנד מהכובש הספרדי, דבר שזיכה אותו בהערכת תושבי ארצו.

עיסוק בתורת המלחמה היה אופייני למתמטיקאים הגדולים

בכל הזמנים. המתמטיקאי והמהנדס סימון סטווין לא היה שונה מהם.

בהשתמשו בידע המתמטי שלו הוא פיתח תיאוריות חדישות על בניית ביצורים, והציע לשנות את צורת המבנה של חומות הביצורים ובכך להקל על מגיני הערים. תיאוריות אלו צמחו למדע שעסק הן בבעיות מתמטיות והן בשאלות טכניות וניהוליות.

הדיאלוג בין התיאוריה למעשה

ככל המדענים בתקופתו, כתב סטווין על מגוון מפליא של נושאים, מדעיים והומניסטים כאחד. הוא פרסם, בין היתר, ספרים על אריתמטיקה, גיאומטריה, אלגברה, אסטרונומיה, צבא, מכניקה, מוזיקה, הנדסה, אזרחות, ניהול חשבונות, אופטיקה, גיאוגרפיה ובניית בתים.

סימון סטווין התעניין בכל התחומים הן בחשיבה התיאורטית והן ביישומים פרקטיים.

למרות קביעתו שלא כדאי להתאמץ כדי להשיג ידע שאין לו שימושים בחיים, הוא פיתח רבים מהפרויקטים המעשיים שלו לתיאוריות.

עבודותיו, שנכתבו בבהירות יוצאת דופן ונערכו בצורה שיטתית ומתודית, היו מקוריות בחלקן הגדול, וגם אלו שהציגו סקירה של המדע כפי שהיה קיים בתקופתו מכילות את פרשנותו הברורה והמבריקה.

מעבר לעיסוקיו של סטווין בפרויקטים המדעיים, הוא גם פרסם **"מדריך לאזרח"** שמטרתו הייתה לסייע לתושבים לשרוד בזמנים של אי-סדר ואנדרלמוסיה חברתית (נושא שהיה אקטואלי אז בהולנד, שהייתה בדרכה לעצמאות).

במדריך טען סטווין שעל האזרח לציית תמיד לחוק גם אם הוא נראה לא צודק או הוגן, ודגל בהימנעות מוויכוחים ומקונפליקטים על רקע דתי.

לכולנו זכות ללמוד

עד סטווין, העבודות המדעיות בהולנד נכתבו בשפה הלטינית שנחשבה בימים ההם לשפה היחידה המתאימה לכתיבה מדעית. לפיכך רק שכבה דקה של האוכלוסייה יכלה לעסוק בהן.

סימון סטווין היה המדען הראשון שכתב את ספריו בשפה ההולנדית העממית, כך שכול בר-דעת יכול היה לקרוא את כתביו ולהבינם.

ייתכן שזו אחת מהתופעות שאפיינו את התקופה של תחילת שלטון דמוקרטי בהולנד, לאחר מלחמת השחרור מהאריסטוקרטיה הספרדית.

הוחו חרוטיוס, מלומד הולנדי נודע אמר: "התקדמותם של כל המדעים הייתה הגדולה ביותר כאשר הם הוסברו לכולם בשפה היומיומית."

בתקופתו של סימון סטווין עדיין לא היה קיים אוצר מילים מתמטיות בשפה ההולנדית. לכן, היה עליו להמציא מילים מתאימות למונחים המתמטיים.

מסודותיהם הכמוסים של הבנקים

ספרו הראשון של סטווין, שפורסם בשנת 1582, עוסק בעיקר בממצאיו מעבודתו כמנהל חשבונות. בספרו, ערך וסידר סטווין כללי ריבית וריבית דריבית והציע טבלאות לחישוב מהיר של הקצבאות והתשלומים השנתיים. כך התגלו לעיני כל, כמה מסודותיהם הכמוסים של הבנקים הגדולים (באותה תקופה מספר האנשים שידעו לערוך חישובים כאלו היה זעיר ביותר, ולכן ידע זה היווה הזדמנות לרווחים גדולים).

לאחר פרסום הספר, טבלאות אלו הפכו לנפוצות בהולנד.

מה שכל תלמידי כתות ה יודעים...

גם השברים העשרוניים לא היו בשימוש באירופה של ימי-הביניים או הרנסנס. באותם הימים כשהזדקקו לשברים, הם נכתבו כשברים פשוטים או בשיטה הסקסגסימאלית.

מהי השיטה הסקסגסימאלית?

השיטה הסקסגסימאלית היא שיטה לכתיבת מספרים בה ערכה של כל ספרה במספר נקבע על פי מיקומה, (פוזיציה) ובסיס הספירה בשיטה הוא בסיס 60.

לדוגמה:

בשיטה העשרונית שלנו 3,333 מייצג:

$$3 \times 10^3 + 3 \times 10^2 + 3 \times 10 + 3$$

ואילו בשיטה הסקסגסימאלית 3,333 מייצג:

$$3 \times 60^3 + 3 \times 60^2 + 3 \times 60 + 3 =$$

$$3 \times 216{,}000 + 3 \times 3{,}600 + 3 \times 60 + 3 = 658{,}983$$

מספר מאות שנים קודם לכן, במתמטיקה הסינית (פרוים, 2001) ובמתמטיקה המוסלמית, הופיעו דוגמאות של שימוש בשברים עשרוניים.

דוגמאות כאלו הופיעו גם אצל המתמטיקאי הצרפתי, ויטה (Vieta, 1540-1603), בן תקופתו של סטווין. אולם, המתמטיקאי והמהנדס סימון סטווין היה ללא עוררין הראשון שגילה את היתרונות שבשימוש בשבר העשרוני,

ולזכותו נזקפת החדרת השבר העשרוני לתודעת הרבים. החוברת De Thiende (בעברית: העשירית) שפורסמה בשנת 1585 הוקדשה לפי דברי סטווין "למודדי השטחים, מודדי הגובלנים (שטיחי קיר), האסטרונומים, מנהלי החשבונות ולכל העוסקים בסחר". החוברת הציגה את החשיבות שבשימוש שיטתי בשיטה העשרונית והצביעה על התועלת שבשימוש בשברים העשרוניים. סטווין דגל בשימוש ב- 10 ובחזקותיו במכנה של השבר הפשוט.

אופן כתיבת השבר העשרוני היה שונה כמובן, מצורת הכתיבה כיום.

לדוגמה: המספר שמונה ותשע מאות ארבעים ושבע אלפיות נכתב כיום כך בשבר פשוט: 8, וכך בשבר עשרוני 8.947.

ואילו סימון סטווין כתב: 8⓪ 9① 4② 7③

אבהיר את שיטת הכתיבה של סטווין:

א. מספר שלם מסומן ב- ⓪

לדוגמה את המספר השלם 24 יש לכתוב כך: 24⓪

ב. עשירית מסומנת ב- ①, מאית מסומנת ב- ② וכן הלאה.

כך מתקבל: 8⓪ 9① 4② 7③

מתוך עבודתו עולה הרעיון החשוב שניתן לבצע את כל פעולות החשבון באמצעות שברים עשרוניים, כפי שהן מתבצעות במספרים שלמים.

לדוגמה: בחיבור ובחיסור, יש לסדר את המספרים בצורה כזו שכל ① יהיה מתחת ל- ① כל ② יהיה מתחת ל- ② כל ③ יהיה מתחת ל- ③ וכן הלאה.

סטווין הציע להשתמש בשיטה העשרונית לביטוי יחידות משקל, כסף ואורך. רעיון זה הוגשם בחלקו רק כמאתיים שנים מאוחר יותר, זמן קצר לאחר המהפכה הצרפתית, על-ידי האקדמיה הצרפתית למדעים.

גם היום קיימות מספר ארצות בהן לא נהוגה השיטה העשרונית במלואה.

על נושא זה ראו בסעיף "שיטות שאינן עשרוניות הנהוגות היום".

לפני גלילאו?

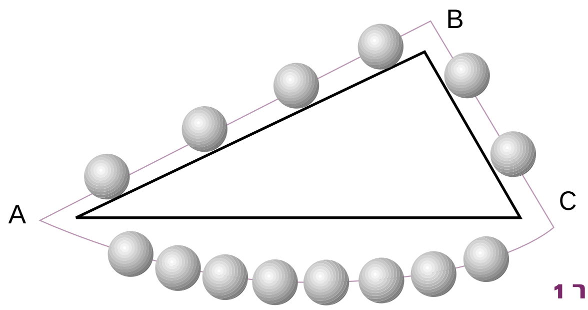
סימון סטווין היה גם הראשון מבין המדענים מתקופת הרנסנס שהמשיכו ופיתחו את עבודותיהם של החכמים היוונים ארכימדס ואריסטוטלס.

הוא ערך ניסוי בו בדק את התיאוריה של אריסטוטלס על תנועה: במהלך הניסוי השליך בו זמנית שני כדורים על משטח, שאחד מהם היה כבד פי 10 מהשני. סטווין הבחין בכך ששני הכדורים פגעו במשטח באותו הזמן.

תוצאות ניסוי זה עמדו בניגוד לתורתו של אריסטוטלס לפיה הכדור הכבד יותר היה אמור לפגוע הראשון במשטח. הניסוי שהתרחש בשנת 1586 קיבל פחות תשומת לב מהניסוי הדומה והמאוחר יותר שערך המדען הנודע גלילאו גלילי (1564-1642) מייסד המכניקה המודרנית.

"מה שנראה כפלא אינו פלא כלל" או חיזוי תיאוריות חדישות בפיזיקה

בספר שפורסם בשנת 1586 עוסק סטווין באחת מתגליותיו החשובות ביותר - חוק המישורים המשופעים. נדמיין משולש ABC שבו הצלע AB גדולה פי 2 מהצלע BC (ראו איור 1). מספר כדורים בעלי משקל זהה ניתלו על חוט במרווחים שווים מסביב למשולש, כך שעל AB תלויים ארבעה כדורים ועל BC תלויים שני כדורים. נניח שהחוט יכול לנוע בחופשיות מסביב למשולש. בהתעלם מהחיכוך, למרות המספר השונה של כדורים בכל צד, "זר הכדורים" לא נע - משקל הכדורים שעל הצלע AB יתאזן עם משקל הכדורים שעל הצלע BC. מצב זה מתקיים אם היחס בין משקלם של הכדורים שווה ליחס שבין אורכי הצלעות.



איור 1

התגלית החשובה הזו קיבלה ניסוח פורמלי והסבר ברור על ידי הפיזיקאי והמתמטיקאי הנודע אייזיק ניוטון (1642-1727).

המצאה זו הייתה כה יקרה ללִבו של סימון סטווין עד שהשתמש באיור "זר הכדורים" כחותמת למכתביו ואף כעיטור לכותרות ספריו. הוא נהג לומר בעקבותיה את אחת האמרות האהובות עליו:

"מה שנראה כפלא אינו פלא כלל"

אין תחליף לגיאומטריה

בספרו Problemata שפורסם בשנת 1583 הביע סטווין את הערכתו לגיאומטריה. לדבריו: "יש תועלת רבה לגיאומטריה, ועוד יותר מזה - אין לה תחליף. האין הבתים, הערים, הבגדים וכל הרהיטים תוצאה של הגיאומטריה?"

בספר זה קיים דיון יסודי ומעמיק בנושא פאונים קמורים משוכללים "למחצה" - גופים שהיו מוכרים עוד ביוון העתיקה.

פאון הוא גוף תלת-מימדי הבנוי ממצולעים בלבד.

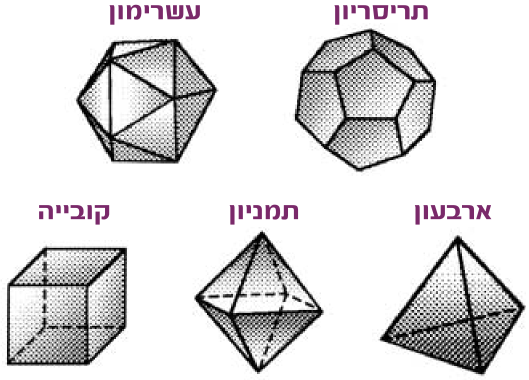
פאון קמור הוא פאון שכל הקטעים המחברים קודקודים מוכלים בו (בתוכו או על פאותיו).

הפאונים המשוכללים הם פאונים קמורים שכל הפאות שלהן הן מצולעים משוכללים חופפים, ומספר הפאות הנפגשות בקודקוד אחד שווה בכל הקודקודים.

מצולע משוכלל הוא מצולע שכל צלעותיו שוות וכל זוויותיו שוות"

שמותיהם של הפאונים המשוכללים, ניתנו להם על-פי מספר הפאות המרכיבות אותם:

הארבעון או הטטרהדרון (4 משולשים), הקובייה או האקסהדרון (6 ריבועים) התמניון או האוקטהדרון (8 משולשים), העשרימון או האיקוסהדרון (20 משולשים), התריסרון או הדודיקהדרון (12 מחומשים).



בניגוד לפאון משוכלל, בפאון משוכלל "למחצה" מופיעים שני סוגים או יותר של מצולעים. פאותיו הן מצולעים משוכללים, כל צלעות הפאון שוות באורכן, אך לא לכל המצולעים מספר שווה של צלעות.

דוגמה לפאונים משוכללים "למחצה": המנסרות שבסיסיהן מצולע משוכלל ופאותיהן הצדדיות ריבועים.

סימון סטווין חקר את פריסות הפאונים המשוכללים "למחצה". הוא גילה פריסות ש"אינן נופלות באלגנטיות שלהן" מהפריסות שאחרים מצאו (לדוגמה הפריסות של הצייר הנודע Albrecht Durer).

בספר אחר עסק סטווין בחקר חוקי הפרספקטיבה. הספר מציג, בין השאר, פתרון בעיות של מציאת נקודת המבט של המתבונן בהינתן האובייקט הנצפה והציור שלו.

"אבל המורה, זה ברור"...

עבודותיו של סימון סטווין משקפות את יכולתו המדהימה לשלב בין ההיבטים התיאורטיים והמעשיים של הנושאים שחקר.

טענותיו הבהירות והצלולות נעזרות בסגנונו האישי והידידותי על מנת לכבוש את הקורא.

כאות לתרומתו הרבה הוצב בעיר הולדתו ברוג' פסל לכבודו, המציג אדם חושב האוחז ביד ימין זוג מחוגות וביד שמאל ספר ובו איור המופיע באחת מעבודותיו.

למרות שמנקודת המבט של ימינו, קשה לתפוס את גודל תרומתו להתפתחות המתמטיקה, ברור לנו שהצלחתו של המתמטיקאי והמהנדס סימון סטווין הייתה כה גדולה עד שקשה לנו לקלוט את שהיה קודם לכן ואיך "הסתדרו לפניו".

פעילות בנושא פאונים

סימון סטווין חקר את פריסת הפאונים המשוכללים "למחצה". בחלק הבא של המאמר אתאר שתי פעילויות בנושא חקירת פאונים שהועברו לתלמידי כיתות שונות בבתי ספר יסודיים, ומספר הצעות לפעילויות נוספות.

הנכם מוזמנים לחשוב כיצד לשבץ את הרעיונות האלו בשיעוריכם.

תכנית הלימודים להוראת הגיאומטריה בבתי הספר היסודיים עוסקת בנושאים הבאים:

- הכרת מגוון של גופים (גם גופים שאינם בעלי שם מסוים).
- ניתוח והבחנה בדמיון ובשוני בין הגופים.
- פיתוח אוצר מילים - שפה לתיאור תכונות הגופים.

מטרת הפעילויות המוצגות להלן היא שיפור מיומנות הראיה המרחבית של הלומדים, על-ידי בנייה ותיאור של פאונים, תוך כדי שיחה על התכונות הגיאומטריות.

*ההגדרות והאיור מתוך "מילון מונחים בגיאומטריה", הוצאת ת"ל, משרד החינוך תשס"א

שלהם החומרים הדרושים לפעילויות מצולעים מחומר קשיח - משולשים שווי צלעות, ריבועים, מחומשים ומשושים משוכללים. אורך צלע המשולש שווה לאורך הצלעות של כל אחד מהמצולעים האחרים (על המצולעים להסגר יחד כדי להרכיב פריסות ופאונים).

פעילות 1: מפאון לתיאור

בתחילה, הילדים התבקשו לבנות סוגים שונים של פאונים. הילדים גילו התלהבות מבניית הפאונים, שהיו שונים, משונים ולא שגרתיים. בכל פעם נבנו פאונים יותר ויותר מורכבים ומסובכים. לאחר מכן התבקשו הילדים לתאר במילים את הפאונים שבנו.

בהתחלה הילדים השתמשו בדימויים ובמילים משפת היום-יום:

"דומה לבית", "נראה כאילו מדרגות", "יש לו שפיץ", "דומה לקופסה", "מזכיר לי ארגז", "נראה כמו חוד של עיפרון" ועוד.

במשך הזמן, כאשר נזכרו במושגים ישנים-חדשים כמו קודקוד, צלע, פאה ובשמות המצולעים - משולש, ריבוע, מחומש, משושה, נוכחו לדעת ששימוש במושגים אלו וציון מספר הפאות (המצולעים) מכל סוג, המופיעים בפאון הבנוי, מקלים הרבה על יכולת התיאור ועל הבנת התיאור. הפאונים שנבנו על-ידי הילדים הוצגו בכיתה לפעילויות המשך.

פעילות 2: פאון סגור ופאון פתוח

הילדים התבקשו להשוות בין מספר פאונים שבנו, חלקם סגורים וחלקם פתוחים.

שוב, כפי שראינו בפעילות הקודמת, הילדים, בתארם את הפאון הפתוח, העירו בתחילה הערות, כמו: "לאחד חור", "לזה חסר מכסה", "לזה חסר צד", "זה נכנס בתוך השני", "בזה אפשר להכניס דברים".

אולם עם התקדמות ההתנסות ניתן היה להבחין בכך, שמספר גדול יותר של ילדים השתמשו במושגים מתמטיים.

נשאלה השאלה איך ניתן ליצור פאון סגור מפאון פתוח? הילדים מצאו שהם לא תמיד מצליחים לסגור את הפאונים. ההתבוננות בפאונים הסגורים, שהיו מוצגים בכיתה, עזרה לילדים להמציא עוד רעיונות לסגירת הפאונים שלהם.

כאן עלתה השאלה: איזו צורה צריך כדי להשלים את הפאון הפתוח?

לעתים, הצורה החסרה לא נמצאה בין הצורות במערכת המצולעים הנתונה ולעתים הילדים גילו שאפשר לכסות את הפתח שבפאון על-ידי חיבור של מספר מצולעים מהמערכת הנתונה.

שאלה מעניינת אחרת היא: כיצד ניתן לשנות את הפאון על מנת שייסגר?

פעילות 3: מהתיאור לפאון

כל ילד בוחר פאון מהפאונים המוצגים בכיתה וכותב את תיאורו.

את התיאור מקריאים בקול רם והילדים האחרים מתבקשים לזהות את הפאון על-פי תיאורו.

בביצוע משימה זו הילדים מגלים שזיהוי הפאות, כלומר, המצולעים המרכיבים את הפאון, וציון מספר המצולעים מכל סוג, אינם מספיקים כדי לגלות מהו הפאון המתאים. לפעמים קיימים מספר פאונים בעלי מספר זהה של מצולעים מאותו סוג.

לדוגמה, אפשר להציע לילדים לבנות כמה שיותר פאונים המורכבים משני ריבועים ומארבעה משולשים שווי צלעות. הילדים ייווכחו לדעת שממצולעים אלו ניתן לבנות מספר פאונים שונים.

פעולות ההשוואה וההבחנה בין הפאונים, מסייעות ללומדים להעריך את חשיבות השפה לתיאור הפאונים, ולחוש את הצורך בשפה יותר מדויקת ואת ההכרח במציאת קריטריונים נוספים לתיאור מדויק של כל פאון.

לגבי כל אחד מהפאונים ניתן לשאול את השאלות הבאות:

לאילו פאות יש צלע משותפת?

באילו מצולעים מוקף מצולע מסוים?

אילו פאות סמוכות? כמה פאות שונות קיימות? אילו פאות נפגשות בקודקוד (פינה) מסוים? הילדים משתכנעים שהתייחסות לקריטריונים אלו משפרת את תיאורו של הפאון וגורמת לזיהויו המהיר. לפעילות זו אפשר להוסיף עוד שלב:

לאחר שהילד כתב את תיאור הפאון, הוא יציג את התיאור לחברו כדי שהלה ינסה לבנות את הפאון על-פי התיאור שקיבל. במהלך הפעילות נוצר בין הלומדים דו-שיח מתמטי ממנו "מרוויחים" כולם: מצד אחד משתפר תיאור הפאון והבנת תכונותיו, ומצד שני משתפרת היכולת להבחין בשוני ודמיון בין הפאונים.

פעילות 4: הפאון הנעלם

פעילות זו מיועדת לילדים שעסקו בפעילויות של בניית

פאונים ופריסות, מכירים את תכונותיו של כל פאון, ויכולים לתאר את הפאונים באמצעות תכונותיהם.

בדומה לפעילות הקודמת התלמידים מתבקשים לזהות פאון מתוך הפאונים המוצגים בכיתה. אולם, הפעם הלומדים מקבלים "רמזים" המובאים בהדרגה ולא תיאור מלא של הפאון. מומלץ שבמשימה זו המורה תספק את הרמזים.

רמזים אלו יכולים לתת מידע על תכונות פאונים, כמו מידע על פאות סמוכות, פאות חופפות, פאות "מקבילות", מספר הפאות מכל סוג של הפאון, צורת הפאה, כיצד נראית הפריסה של הפאון ועוד.

לאחר כל רמז, התלמידים מעלים השערות לגבי זהות הפאון. עם התקדמות המשחק, התלמידים מקבלים רמזים נוספים ומשנים בהתאם את השערתם עד לגילוי הסופי החד-משמעי.

לדוגמה:

המורה: "רמז ראשון- לפאון הנעלם יש פאות בצורת משולשים שווי צלעות".

התלמידים משערים: "פירמידה כלשהי, מנסרה משולשת".

המורה: "לפאון הנעלם יש גם פאות בצורת ריבוע".

התלמידים מתמקדים יותר ומשערים: "פירמידה ריבועית, מנסרה משולשת".

המורה: "בכל קודקוד נפגשות שלוש פאות".

תלמידים: "מנסרה משולשת!".

פעילות 5: וכעת המחשב "יבנה"

באתר האינטרנט, שכתובתו מצורפת כאן: http://www.mathforum.org/alejandre/applet.polyhedra.html קיימת תוכנת "יישומון" שבאמצעותה אפשר ליצור דגמים המצליחים לתת תחושה של תלת-מימדיות לחמשת הפאונים המשוכללים בעלי 4, 6, 8, 12, 20 פאות. בתוכנה, קיימת האפשרות לסובב כל פאון ולראות אותו מכיוונים שונים - דבר המסייע לניתוח תכונותיו. הפעלתו של היישומון מאוד קלה ומאפשרת הצגת דגם הפאון בצבעים ובחומרים שונים (לדוגמה: מתכת, חוט תיל ועוד).

ניתן לבקש מהתלמידים לבדוק בעזרת היישומון מה מיוחד במשפחת הפאונים המשוכללים.

- לבדוק את צורת הפאות ואת מספר הפאות הנפגשות בכל קודקוד של הפאון.
- למצוא שיטות לחישוב מספר הצלעות ומספר הקודקודים בפאון ולאחר מכן, לבדוק את התשובה על-ידי מנייה.
- להשלים טבלה שבה הסעיפים הבאים: שם הגוף, מספר הפאות, מספר הצלעות ומספר הקודקודים.

מהתבוננות בטבלה ניתן להסיק שבכל המקרים מתקיים

$$V - E + F = 2$$

(הנוסחה מוכרת כנוסחת אוילר).

כאשר: V מייצג את מספר הקדקודים,

E מייצג את מספר הצלעות,

F מייצג את מספר הפאות.

ניתן לשאול גם את השאלה המסקרנת: האם הנוסחה הזו מתקיימת גם בפאונים אחרים?

התלמידים שהתנסו בפעילויות אלו התבוננו בפאונים, מישמשו אותם, תיארו אותם, שמעו את תיאורם, סובבו אותם, שיחקו אתם, בנו אותם ושוחחו עליהם. כתוצאה מכך הם ערכו היכרות עם מגוון גדול של פאונים, פיתחו יכולת שימוש בשפה מתמטית, ויכולת ניתוח והבחנה בין התכונות המאפיינות כל גוף וגוף.

כל זאת בהתאם לפתגם הסיני הידוע:

"אני שומע ושוכח,
אני רואה וזוכר,
אני עושה ומבין".

ובהקשר שלנו: אנו בונים ומספרים, אנו שומעים וכותבים, אנו רואים, נוגעים וחשים לכן אנו מבינים.

האם ידעתם ש...

סימון סטווין היה בין המתמטיקאים הראשונים שהשתמשו בסימנים " + " ו- " - ". השימוש בסימנים התפתח בצעדים קטנים ולא רצופים במהלך ההיסטוריה.

כעשור לאחר מותו של סטווין הופיע ספר ובו הסימן " x " עבור הכפל ובסוף המאה ה- 17 מציין המתמטיקאי גוטפריד לייבניץ את השימוש בסימן " · " עבור פעולת הכפל.

משנת 1619 האנגלים משתמשים בנקודה עשרונית אולם במספר מדינות באירופה ממשיכים להשתמש בפסיק במקום הנקודה.

שיטות שאינן עשרוניות הנהוגות היום

בבריטניה, לדוגמה, עדיין משתמשים בשיטה האנגלית לציון מידות ומשקולות. שיטה זו הינה שריד מתקופת הרומאים.

יחידות משקל: 1 פאונד = 0.454 ק"ג.

יחידות אורך: 1 אינץ' = 2.54 ס"מ.

1 רגל = 12 אינץ' = 30.48 ס"מ.

1 יארד = 3 רגל = 91.44 ס"מ.

1 מייל = 1609.35 מ'.

על שיטה זו כותב הוגבן (הוגבן, 1962) בספרו "מתמטיקה למיליון":
"אנגליה עודנה מחזיקה בערבוביה נושנה של מידות ומשקלות. בערות הפוליטיקאים האנגלים בענייני מדע פחותה משהייתה באותם הימים בטרם החליפו משרדי הממשלה את קיסמי החשבון של אבות-אבות אבותינו מתקופת האבן הקדומה בחשבונייה של אבות-אבותינו מתקופת האבן המאוחרת".
הוגבן מצטט בספרו גם את הסופר צ'ארלס דיקנס (1812-1870) המספר בצורה מבדחת על השמרנות הבריטי :
"לפני דורות רבים הונהגה במשרדי האוצר שיטה של פראים, לנהל חשבונות באמצעות כפיסי עץ חרוצים בדומה להנהלת חשבון של לוח השנה, שניהל רובינסון קרוזו על האי השמם. המוני מחשבי חשבונות, מנהלי פנקסים וגנזכים נולדו ומתו... ועדיין לא ויתרה שגרת הפקידים על אותם קיסמים חרוצים, כאילו הם - הם עמודי הקונסטיטוציה, וחשבונות האוצר הוסיפו להתנהל באמצעות כפיסים אלה מעץ הלבנה. בימי מלכותו של ג'ורג' השלישי קם אחד, בעל נפש מהפכנית, ועורר את השאלה: כלום יש טעם לדביקות עקשנית זו באותו מנהג נושן, מאחר שיש בעולם עטים, דיו ונייר, לוחות וחרטים, ושמא הגיעה השעה לתקן תיקון? סמרו שערות ראשו של כל בירוקרט שבארץ לשמע דעה נועזת ומקורית זו, ורק בשנת 1826 הוחלט לבטל את הקיסמים הללו. בשנת 1834 הוברר, שכמות הקיסמים, שנצטברו בבית האוצר, רבה מאוד, ונתעוררה השאלה מה ייעשה בכפיסי העץ הבלים, הרקובים והמתליעים? הכפיסים היו מונחים בווסטמינסטר: ושורת ההיגיון הייתה נותנת, שימסרום כחומר דלק לעניי הסביבה. אבל מעולם לא הביאו הכפיסים הללו תועלת, ושגרת הפקידות הייתה מחייבת, שגם להבא לא יביאו תועלת, ולכן יצאה פקודה, שיישרפו בחשאי. רצה הגורל, שנשרפו בתנור בבית הלורדים. התנור, שמילאוהו בכפיסי העץ המשונים והמוזרים למעלה מכוח קליטתו, הצית באש את ציפוי העץ של הקירות, מן הציפוי פשטה האש ואחזה בבית הנבחרים, שני הבתים נשרפו כליל. מונו אדריכלים, שיבנו בתים חדשים, וכבר ההוצאות קרובות למלא את המיליון השני".

מקורות

הוגבן, ל' (1962). **"מתמטיקה למיליון"**. ספרית הפועלים.
פרוים, מ' (1999). "ניקולו טרטליה". עממי, **עלון למורי המתמטיקה בישראל**, 12.
פרוים, מ' (2001). "יאנג הוי והמתמטיקה הסינית". **מספר חזק 2000**, גיליון 1, עמ' 21-25.

Adams, T.L. (2003) Reading mathematics: More than words can say. *The Reading Teacher.* Newark, New Jersey.
Ambrose, R. C. & Falkner, K. (2002). Developing spatial understanding through building polyhedrons. *Teaching Children Mathematics*. Reston, VA: NCTM.
Boyer, C.B (1991). *A History of Mathematics*. J. Wiley & Sons.
Bunt, L., & Jones, P. (1976) *The Historical Roots of Elementary Mathematics.* N.Y. Dover Pub.
Cajory, F. (1991) *A History of Mathematics*. N.Y. Chelsea Publishing.
Depau, R. (1942). *Simon Stevin*. Brussels.
Donche, P. (2002). *Summary of the Congress of "Vlaamse Stam".* vvf, Antwerpen.
Kemp, M. (1986) Simon Stevin and Pieter Saenredam: A Study of Mathematics and Vision in Dutch Science and Art. *The Art Bulletin*, 68.
Lehrer, R., & Curtis, C. (2000). Why Are Some Solids Perfect. Teaching Children Mathematics. Reston, VA: NCTM.
Struik, DJ., & Huygens, & Reidel, D. (1981). *The Land of Stevin and* Huygens, Holland.
Woodward, E., & Brown, R. (1994). Polydrons and three-dimensional geometry. *The Arithmetic Teacher* . 41. (8).