الكثافة في قاعدة ارخميدس

يُقال أن ارخميدس عمل لدى ملك، وعندما أحضر صانع التاج تاج الملك الجديد، لم يكن الملك متأكدا من أنه صُنع من الذهب كما طلب، فكلّف أرخميدس للتأكد من ذلك، وانهمك أرخميدس في التفكير في طريقة للتحقق من صدق الصانع.

انهمكتُ في الشرح عندما بدأت حصة للصف السابع تتناول قاعدة أرخميدس، وظننت أنني ملمّ بجميع الجوانب العلمية للمادة، لقد درَستها في الجامعة في مرحلة تخصصي في أساليب تدريس العلوم، وبهذه المعرفة السابقة ومحتوى الكتاب المدرسي الذي أُحضِّر منه للدرس لا احتاج أن أفكر في الأمر طويلا لأكتشف شيئا جديداً، ولا أحتاج أن أجلس في (البانيو) لأتعمق خفايا الأفكار وأكتشف شيئا مبدعا، مع أنها المرة الأولى التي أُدرِّس فيها قاعدة أرخميدس، كنت واثقا بأن يستوعب الطلاب الحد الأدنى على الأقل من المعرفة العلمية، وأن يربطوا سابق معرفتهم بالجديد منها، وأن يربطوها أيضا بالمهارات العلمية التي اكتسبوها، كما أيقنت أن خبراتهم السابقة سوف تساعدني في تدريسهم قاعدة ارخميدس.

سألت الطلاب عن سبب طفو السفينة على سطح الماء؟ أجاب طالب: لأن وزن السفينة أقل من وزن الماء، وقال طالب آخر: لكن كثافة الحديد أكبر من كثافة الماء، واتجهت نظرات الطلاب نحوي منتظرين إجابة مني، سألت الطلاب عن العلاقة بين الحجم والكثافة –فقد درَسوها في السابق– أجاب أحدهم أن العلاقة بين الحجم والكثافة علاقة عكسية، ووضحت للطلاب أن تجويف السفينة الكبير يجعل حجمها الطافي كبيرا وبالتالي تكون كثافتها أقل.

وضعت قطعة خشب في حوض فيه ماء وضغطت عليها فانغمرت، وعندما تركتها طفت على سطح الماء. سألت الطلاب عن السبب، فأجاب طالب: لأن كثافة قطعة الخشب أقل، طلبت منهم أن يذكروا قاعدة باسكال، رددها عدة طلاب، آخرهم قال: السائل يؤثر على الجسم بضغط من جميع الاتجاهات، فبدأوا يُحاولون الإجابة مرة أخرى عن سبب طفو قطعة الخشب، كانت الإجابات تتلخص أن هنالك قوة دفع للسائل من أسفل إلى أعلى.

إن الطلاب كوّنوا إجابتين لسؤال واحد، السؤال : لماذا تطفو السفينة على سطح الماء؟

الإجابة الأولى: بسبب قوة دفع السائل من أسفل إلى أعلى.

الإجابة الثانية: لأن كثافة الجسم الطافي أقل من كثافة السائل.

إن الإجابة الثانية أثارت انطباع الطلاب حيث تمسكوا بها وذلك لأن مصطلح الكثافة هو المفهوم الأساسي في قاعدة أرخميدس ولابد أن تكون واضحة في المصطلحات المعبرة عن معادلة القاعدة التي ترد بشكل بسيط لتناسب مستواهم العقلي والتي سترد بعد قليل، ونلاحظ مصطلحات قوة دفع وأوزان فقط.

إن الإجابة الثانية أثارت انطباع الطلاب حيث تمسكوا بها وذلك لأن مصطلح الكثافة هو المفهوم الأساسي في قاعدة أرخميدس

- قوة الدفع من أسفل إلى أعلى = وزن السائل المزاح = وزن الجسم الطافي ... (الجسم الطافي).
- قوة الدفع من أسفل إلى

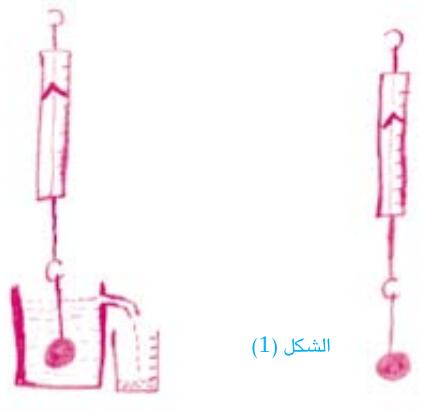
أعلى= وزن السائل المزاح = الفرق بين وزن الجسم في الهواء ووزنه في السائل... (الجسم المغمور).

إن الخبرة السابقة التي تتعلق بقاعدتهم المبسطة، والتي ينبغي إثارتها في بداية الحصة وقبل كل شئ، هي قاعدة باسكال حتى يتوصلوا إلى مفهوم قوة الدفع،

كما أن ذِكر مصطلح الكثافة يؤدي إلى إرباك في فهم الطلاب، وقد يتساءل بعض الطلاب في أنفسهم: « لماذا درسنا الكثافة في حين لا ترد في قاعدة أرخميدس »، لو سأل أحدهم هذا السؤال لاضطررت أن أربط العلاقة بين قوة الدفع وكثافة السائل وكثافة الجسم، وهذا بدوره يستعصي على فهمهم حيث نضطر للقول إن قوة دفع السائل من أسفل إلى أعلى = حجم (سائل)× كثافة (سائل) تسارع الجاذبية الأرضية، ومفهوم تسارع الجاذبية الأرضية لا يعرفه الطلاب في هذه المرحلة.

أجريت بعد ذلك النشاط الموضح في الشكل (1):

وكانت إجراءات النشاط تتضمن:



الشكل (1)

- إيجاد وزن الجسم في الهواء.
- إيجاد وزن الجسم الطافي والمغمور.
- إيجاد وزن السائل المزاح.
- مقارنة وزن الماء المزاح مع الفرق بين وزن الجسم في الهواء ووزن الجسم المغمور في الماء.
- المقارنة بين وزن الماء المزاح ووزن الجسم الطافي.

قد يتساءل بعض الطلاب في أنفسهم: « لماذا درسنا الكثافة في حين لا ترد في قاعدة أرخميدس »، لو سأل أحدهم هذا السؤال لاضطررت أن أربط العلاقة بين قوة الدفع وكثافة السائل وكثافة الجسم

....

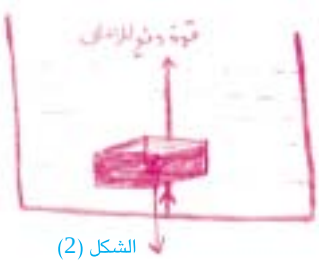
لقد اعتمدت على العرض العلمي وأشركت الطلاب في قراءة تدرج مؤشر الميزان الزنبركي في كل مرة وسجل الطلاب البيانات وأجروا الحسابات اللازمة.

وقد ظهرت القاعدة في النهاية أمامهم كالتالي:

- قوة الدفع من أسفل إلى أعلى = وزن السائل المزاح = وزن الجسم الطافي ..... (الجسم الطافي)
- قوة الدفع من أسفل إلى أعلى = وزن السائل المزاح = الفرق بين وزن الجسم في الهواء ووزنه في السائل ..... (الجسم المغمور).

وكما نلاحظ لا يوجد ذكر لمصطلح الكثافة ضمن مصطلحات القاعدة، ويصعب توصل الطلاب للقاعدة من خلال مفهوم الكثافة.

عندما سألت الطلاب: لماذا تنغمر قطعة حديد في الماء؟ أجاب ثلاثة طلاب معا: (1) لاختلاف الكثافة، طلبت من آخرين أن يقدموا إجابة أخرى، كانت الإجابة (2)، أن هناك قوة دفع تدفع الجسم إلى أعلى، الشكل (2) يوضح جسماً مغموراً يؤثر عليه الوزن لأسفل وقوة الدفع لأعلى.



الشكل (2)

وسألت :لماذا ينغمر الجسم الموضح في الشكل (2)، كانت إجاباتهم: لأن قوة الدفع من أسفل إلى أعلى أقل من وزن الجسم المغمور، وهي إجابة صحيحة.

لم أدرك حينها أن بعض الطلاب اعتمدوا الإجابة (1)، واكتشفت ذلك في أحد الامتحانات، لقد اعتقدوا أن اختلاف الكثافة يعني أن كثافة الجسم نفسه تختلف في الهواء عنها في الماء.

فكرت فيما بعد في طريقة يُمكن أن استخدمها لتوضيح العلاقة بين قوة الدفع من أسفل إلى أعلى وكثافة السائل والعلاقة الرياضية الواضحة لي دون الطلاب، مثلا لتفسير طفو جسم على سطح سائل هو:

وزن الجسم < قوة دفع السائل للجسم.

أي أن: حجم (جسم)× كثافة (جسم) × تسارع الجاذبية الأرضية < حجم (سائل) × كثافة (السائل) × تسارع الجاذبية الأرضية.

أي أن: كثافة (جسم) < كثافة (سائل).

وحتى يتوصل الطلاب للعلاقة بشكل يتفق مع مستواهم العقلي، يُمكن إجراء تجربة عملية تكفي لتوضيح العلاقة بعد أن يتعرفوا على قوة الدفع، بإلقاء قطعتي خشب متساويتين في الحجم في سائلين مختلفي الكثافة – درس الطلاب في الفصل الأول قيم عددية تمثل خاصية الكثافة لمواد مختلفة– بحيث تنغمر في السائل الأول، وتطفو في السائل الثاني، ويستطيع الطالب أن يكتشف أن اختلاف الكثافة أدى إلى اختلاف قوة دفع لسائلين على الجسم، وأن قوة الدفع تعتمد على كثافة السائل، وأعتقد أنه من المهم أن يقوم المعلم بهذا النشاط.

كنت أعتقد في البداية أن الكثافة هي المدخل الصحيح لتوضيح قاعدة أرخميدس لطلاب الصف السابع، أظن أن ذلك الإعتقاد اكتسبته لأنني كنت أعرف أنه في درس التطبيقات على قاعدة أرخميدس يتناول الكتاب المدرسي تفسيرات تعتمد على مصطلح الكثافة، لكني وجدت أنها لا تتناسب مع المعرفة اللاحقة التي سوف يتعلمها الطالب، حيث تؤدي إلى حدوث إرباك في فهم الطالب للقاعدة، وعدت إلى إثارة خبرة مناسبة (قاعدة باسكال) للتوصل إلى قوة الدفع، إني كنت اعتقد أن كل ما درسه الطالب في السابق وله علاقة بقاعدة أرخميدس يصلح للتمهيد وتسهيل تعلم الموضوع لدى الطلاب.

حتى يتوصل الطلاب للعلاقة بشكل يتفق مع مستواهم العقلي، يُمكن إجراء تجربة عملية تكفي لتوضيح العلاقة بعد أن يتعرفوا على قوة الدفع، بإلقاء قطعتي خشب متساويتين في الحجم في سائلين مختلفي الكثافة

لقد أدى افتتاح الدرس بالحديث عن الكثافة إلى فهم خاطئ لأنها لم تكن مركز الاهتمام في القاعدة فاستخدم بعض الطلاب مفهوم الكثافة بطريقة خاطئة في تفسير طفو الأجسام وانغمارها، وكاد يؤدي ذلك إلى الخوض في مفاهيم علمية جديدة لا يدركها الطالب في المرحلة الحالية.

إن اختيار الخبرات السابقة المناسبة تحتاج من المعلم تمعّنا في المادة العلمية، ومعرفة وافية بالخبرات السابقة للطلاب، وطرح الأسئلة التي تستثيرها بدقة، لقد أدركت هذا الأمر بعد إعادة النظر في تدريسي لقاعدة أرخميدس ومأزق الكثافة الذي أقحمته في بداية الموضوع، مثلا عند تدريس موضوع تاريخ تكوّن الأرض للصف السابع بدأت الدرس بمراجعة الطلاب حول صفات أنواع الصخور والأحافير، ولم أتطرق إلى تطابق شكل حافات القارات الذي يلاحظونه دائما على الخريطة، لأن ذلك يقود إلى البحث في نظريات تكوّن القارات والتي يلزم لدراستها معرفة سابقة لا يمتلكونها.

لقد عرف أرخميدس من أين يبدأ ليعرف مادة التاج الحقيقية، ووزن الماء المزاح الناتج من غمر التاج المشكوك في أمره، والماء المزاح من غمر تاج بنفس الحجم والشكل معروف أنه مصنوع من ذهب خالص، واكتشف غش الصانع، فبعض الخبرات السابقة تظهر وكأنها ضرورية للتعلم في موقف معين، وحتى نكتشف ذلك يجب التمعن – وزنها– في مدى ملاءمتها للموقف.

إن اختيار الخبرات السابقة المناسبة تحتاج من المعلم تمعّنا في المادة العلمية، ومعرفة وافية بالخبرات السابقة للطلاب

سمير سليمان – معلم