
أثر المنهاج في تشكيل العلاقات المفاهيمية عند الطلاب

د. صفاء زيد الكيلاني:
أستاذ مساعد : قسم المناهج والتدريس
الجامعة الأردنية - عمان

ملخص

هدفت الدراسة إلى بحث العلاقة بين طبيعة المنهاج والعلاقات المفاهيمية المتعلقة به والمتواجدة عند الطلاب. ولدراسة هذه العلاقة، اختيرت عيّنتان من الطلاب من معلمي المرحلة الابتدائية الدنيا، مجموعة تعرضت لمنهاج الفرع العلمي، والأخرى تعرضت لمنهاج الفرع الأدبي أثناء الدراسة الثانوية؛ كانت المجموعتان تعملان على إكمال تأهيلهما للحصول على شهادة البكالوريوس في إحدى الجامعات الأردنية. وقد وجهت لهما أسئلة مفتوحة لتفسير الظواهر المتعلقة بنظرية الحركة الجزئية؛ تألفت العينة الأولى من عشرين طالبا تعرضوا لمنهاج الفرع العلمي، بينما تألفت العينة الثانية من خمسين طالبا تعرضوا لمنهاج الفرع الأدبي أثناء دراستهم الثانوية.

بينت نتائج الدراسة على أن ١٥٪ من مجموع الطلاب في الفرع العلمي في العينة، كانوا يحملون فهما علميا صحيحا عن هذه العلاقة مقابل ٠٪ في الفرع الأدبي؛ وكان هناك ٧٥٪ من مجموع طلاب الفرع العلمي في العينة يحملون جزءا من المعنى العلمي (مقابل ٠٪ من الطلاب في الفرع الأدبي)، بينما حمل طلاب الفرع الأدبي مفاهيم مغايرة للمفهوم العلمي الصحيح؛ والسبب الرئيس لهذه المفاهيم المغايرة كما بينت النتائج هو إيمان الطلاب بصمتية الكون (لا وجود للفراغ بين الجزئيات)، وهذا

الفهم هو مشابه لمفهوم العلماء في تاريخ العلوم. وقد أظهرت النتائج وجود ثلاث مستويات من العلاقات المفاهيمية بخصوص هذا الموضوع؛ المستوى الأول يتضمن الإعتقاد بأن تمدد المواد بالحرارة مرجعه كبر حجم الجزيئات؛ المستوى الثاني يتضمن الإعتقاد بأن كبر حجم الجزيئات يؤدي في النهاية إلى انقسامها مما يزيد الضغط، المستوى الثالث من الإدراك لا يتضمن البعد الدقائقي مطلقا عند تفسير معنى الحرارة؛ الحرارة هي ذات طبيعة مادية ولهذا السبب فإن زيادتها تؤدي إلى زيادة الضغط (مفاهيم العلماء في القرن السابع والثامن عشر). تنين النتائج أن التدريس في المرحلة الإلزامية يجب أن يتجه أكثر نحو ترسيخ المعاني الميكروسكوبي التوضيحي وليس الاعتماد فقط على المعاني الماكروسكوبية الإجرائية التي توصل لها العلماء قديما عن معامل التمدد وكمية الحرارة والعلاقة بين الضغط والحجم والحرارة بدون فهم القاعدة التفسيرية التي تفسر مثل هذه القوانين حسب المنظور الحديث لنظرية الحركة الجزيئية.

The influence of curriculum in the formation of conceptual relations:

Students' expansion for the relationship between volume, heat and pressure

The study is directed to investigate the relationship between the nature of curriculum and the conceptual mapping students' form during studying in such curriculum. To study such an effect, the sample was chosen from teachers exposed to the effect of two curricula, science section curriculum and literature' one. All of them are teachers in elementary grades, and they were working to complete their undergraduate studies. The sample was consisted of 70 teachers, 20 one of them were in science section. They were asked to answer open questions which explain their level of understanding about kinetic energy of molecules; the questions were chosen to explain the kind of

conceptual relationship students form between volume, heat and pressure.

The study shows that all of students in literature section and 10% of students in science section have an alternative conceptions that was caused by students believing in the continuity of the universe (no gap between molecules). The study shows three different levels of understanding; The first group of students thinks that heat leads to increase the volume of molecule, and this would lead to increase the pressure; the second group of students believes that the ultra expansion of the molecule would lead ultimately to divide them into many molecules and this would lead to increase the pressure; the third group of students believes that heat is a material that leads to increase the mass of air and increases the pressure. The study shows that more attention should be directed to present the declarative microscopic knowledge about the kinetic energy of molecules, and not to depend only on presenting the macroscopic procedural knowledge of the laws of quantity of heat and the relation between heat, volume and pressure without declaration of how kinetic energy of molecules would explain these laws; this deficiency has led to enhance such kinds of misconceptions in students.

مقدمة

تعتبر المدرسة التكوينية الحديثة Constructivism، أن تفسير الظاهرة هو الأساس في اكتساب المعرفة؛ وهذا يعني أن المعرفة متبدلة حسب تبدل تفسيرنا للظاهرة بتفسير أقوى كلما ظهرت دلائل جديدة تؤدي إلى تغيير الإستنباط الذي أدى للوصول إلى التفسير المبدئي للظاهرة؛ كما أن المبادئ العامة يطرأ عليها التعديل بين حين وآخر وخاصة عند ظهور تكنولوجيا جديدة تؤدي إلى تجميع معلومات أدق وأشمل عن الظاهرة موضع البحث^(١). وتركز الابحاث حول هذا الموضوع على تحديد الفروقات بين الخبراء والضعفاء في فهمهم لموضوع معين؛ إن هذا لتحديد يفيد التربويين في تطوير نظرية تعليمية جيدة لتدريس موضوع بعينه (الابحاث على العلاقات المفاهيمية). حيث أن مراقبة قوة وسرعة ذاكرة الخبر في ربط المعلومات المهمة والدقيقة وكيفية تنظيمها تجاه موضوع بعينه يفيدنا في كيفية تنظيم هذه المعلومات لأجل التدريس الناجح، مما يساعد الضعيف بهذا الشأن^(٢). كما أنه يمكننا من تنظيم العلاقات المفاهيمية الخاصة بكل موضوع بطريقة مشابهة لطريقة تنظيم الخبر، وتصبح هذه بالتالي نوعاً من نظام تمرير للمعلومات، بتشكيل خريطة مفاهيمية يستطيع الطلاب استخدامها لتحليل المفاهيم والمشاكل المرتبطة بتعليم مجال معين^(٣).

وقد استخدم تاريخ العلوم من أجل الكشف عن كيفية تغيير العلاقات المفاهيمية لدى الخبر في مجال معين. حيث تنصب الأبحاث على معرفة الظروف التي أدت إلى توليد النظرية عن كيفية سير الظاهرة، واستبدال النظرية الساذجة بالنظرة العلمية. وهذا يعني أن التدريس يتطلب خبرة واسعة في المجال المتعلم وفي طريقة تقديم المادة المناسبة التي ترفع من البنية المفاهيمية عند الطلاب. لقد وجد أن الخبراء في مجال معين لا يتميزون فقط في احتواء الخريطة المفاهيمية لديهم على مفاهيم أكثر، بل على كونها ذات بناء هرمي متطور ذي علاقات عرضية بين المفاهيم^(٣).

إن محك التفريق بين قوة الإستعداد وضعفه يعتمد هنا على قدرة الشخص (الخبير في هذه الحالة) على إدراك وضعفه في فهم معين، وإعادة تكوين نظريته بطريقة شمولية

أكبر؛ بينما يكمن ضعف الاستعداد في عدم إدراك الشخص بوجود ضعف عنده حيال فهم معين، وهذا يعني بالتالي أنه لن يحاول إعادة قبوله نظريته ويكتفي بتمثيل الخبرة الجديدة بطريقة خاطئة مع الخبرة القديمة مما ينطبق على الحديث الشريف «لا زال العالم عالما ما ظن أنه علم فإن ظن أنه علم فقد جهل». وقد استخدم تعبير السكيما الـ schema أو المنطلق العام الذي يفسر الطالب الظواهر الطبيعية من خلاله، من أجل تفسير العلاقات المفاهيمية عنده؛ وقد استخدمت كلمة منطلق لتعني تلك النظرة الشمولية والمنسجمة مع بعضها البعض والتي يستخدمها الطالب بطريقة توافقية في تفسيره لعدد من الظواهر، حيث أن كل شخص يمتلك تنظيما خاصا للخبرات لديه بحيث ترتبط المعلومات المكتسبة بالمعلومات السابقة، وهناك احتمال ضئيل من التشابه في ربط الخبرة الجديدة بالسابقة بين الأشخاص، حيث أن الأفراد يختلفون في تنوع خبراتهم السابقة ويختلفون أيضا في قدراتهم الذاتية الموروثة على قوة الربط^(٤).

إن التدريس الذي يأخذ بحسابه منطلق التلميذ في التفسير لا يعني فقط إضافة وربط المعلومات حسب الخارطة المفاهيمية الحالية لدى التلميذ، بل يعني أيضا إدخال تعديل ثوري على العلاقات القديمة في الخارطة المفاهيمية إذا كانت غير مناسبة. إن مبعث التعديل هو العمل على تغيير تفسير الطلاب عن مسببات الظاهرة؛ وهذا يعني أن هذا النموذج يبدأ بالتعرف على كيفية تفسير الطالب للظاهرة الأصلية التي قادت إلى تكوين المفهوم العلمي، والتعرف على هذه الكيفية في التفسير يفيدنا في توجيه الطالب منطقيا إلى تعديلها، بحيث يجيء التعديل من ذاتية الطالب وليس فوقيا من المعلم^(٥).

وهناك ثلاث احتمالات لما يحدث عند التدريس كما لخصه جيلبرت^(٦).

- ١ - أن يتحيز الطلاب إلى نظريتهم ويهملوا ما عداها (غالبا ما تكون نظريتهم مشابهة للاخطاء المفاهيمية عند العلماء في التاريخ).
- ٢ - أن يحمل الطلاب فكرتهم الأصلية بالإضافة إلى النظرية العلمية الجديدة بصورة وقتية (فقط لتقديم الإمتحان).
- ٣ - أن يغير الطلاب فكرتهم السابقة في ضوء المعلومات الجديدة بتوليد نظرية مغايرة

للإثنين معا.

وقد كان محور الاهتمام لدى بوسنر هو التعرف على الديناميكية التي يحدث من خلالها التغيير الثوري للأفكار، واعتبر أن الخطوة الأولى من أجل التغيير المفاهيمي هو استخدام الأسئلة الكاشفة التي تكشف عن آراء الطلاب؛ كما اعترف بأن هذه الوسيلة قد تشعر الطالب بأنه مهدد، ولهذا فقد يترن أن الكشف عن المفاهيم السابقة لاستبدالها، يتطلب جوا تكون فيه آراء الفرد محترمة، كما يترن إمكانية استخدام الكلام والكتابة كوسيلتين يستطيع الطلاب من خلالهما عكس أفكارهم الشخصية التي يفسرون على أساسها واقعهم.

إن الكلام السابق في الأدبيات العامة الخاصة بكيفية تكوين العلاقات المفاهيمية، يوضح أن الخطوة الأولى للعمل على تغيير أفكار الطلاب يتطلب الكشف ابتداءً عن العلاقات المفاهيمية لديهم حيال الموضوع.

الأدبيات الخاصة بتطور النظرية عند التلميذ

لقد كانت إنهدلر وزملاؤها في السبعينات من أوائل الذين بحثوا في كيفية تكوين الأطفال لنظرياتهم؛ حيث اعتبروا أن طبيعة تطور البنية المفاهيمية لدى الأطفال تشابه ما حدث في تاريخ العلوم وتساير حرف U اللاتيني^(٧).

واقترحت أن الطالب يتديء بتكوين نظريته من خلال صنع علاقات وصفية (الكثافة تتناسب طرديا مع الكتلة، نمو النبات يحتاج إلى ضوء)، ولا مجال للوقوع في الخطأ هنا عند اقتصار الأمر على الوصف (وهذا يمثل أعلى الجزء الأيسر من حرف U)؛ ولكن عندما يتديء (سواء كان هذا العالم أو الطالب) بالبحث عن أسباب هذه العلاقات، عندئذ يبدأ ظهور الأخطاء في التفسير، ويبدأ الإنحدار في أسفل الجزء الأيسر من الحرف إلى أن يستطيع الطالب تكوين مجموعة من النظريات الجزئية التي يحاول التوفيق بينها للخروج بنظرية شمولية أقوى، وعندها يبدأ بالإرتفاع في الجزء الأيمن من الحرف U لتكوين نظرية شمولية تشتمل على كلا الجزئين الوصفي والتفسيري من المعرفة. ولقد ضمن لاوسون ١٩٨٩ نظرية إنهدلر في وصفه لطبيعة الإجراءات العقلية

التي يقوم بها الطلاب أثناء دراستهم للعلوم؛ فقد اقترح وجود ثلاثة مستويات للإجراءات العقلية؛ المستوى الأول هو المستوى الوصفي الإكتشافى (تناسب الكثافة مع الكتلة - وهذا يناظر بداية تكوين النظرية عند إنهدلر) الجزء الأيسر من حرف U؛ المستوى الثانى هو المستوى التعميمى، وهنا يقوم الطالب بتعميم القانون على حالات مشابهة، وهناك احتمال لوقوع الطالب فى الخطأ حتى هذه المرحلة نتيجة للتعميم الخاطي، المستوى الثالث هو المستوى الإستنتاجى المبني على الفرضية، حيث يقوم الطالب بتفسير ما رأى مستخدماً فرضيات تتناسب مع معرفته السابقة، ويتواجد هنا أيضاً احتمال وقوع الطالب فى الخطأ نتيجة إهمال معطيات معينة عند تكوين النظرية، وتناسب المعطيات التي يستخدمها الطالب مع خبرته السابقة^(٨).

ولقد وضحت درايفر وزملاؤها (١٩٨٥) نوعين من البنية المفاهيمية؛ دعت الأولى بالبنية الماكروسكوبية الوصفية، حيث يعتمد الطلاب فى هذه الحالة على وصف ووضع علاقات لما يرونه، (مثال أن الأجسام تتمدد بالحرارة، وأن مقدار التمدد يختلف من مادة إلى أخرى)؛ وهذا المستوى الماكروسكوبي عند درايفر يماثل المستوى الأول الجزء الأعلى الأيسر من حرف U عند إنهدلر؛ المستوى الثانى هو التفسير على المستوى الدقائقي، مثل تعليل تمدد المواد عند ارتفاع درجة الحرارة بازدياد المسافات بين الجزيئات من خلال ازدياد طاقتها الحركية؛ وهذا المستوى يماثل المراحل المتأخرة من تطور النظرية عند إنهدلر (الجزء الأعلى الأيمن من حرف U). وقد اعتبرت درايفر أن الطلاب عادة ما يعتمدون على الوصف الماكروسكوبي فى المراحل الأولى من العمر، بينما يأخذون بالإعتماد على التفسير الدقائقي فى المراحل المتأخرة من العمر، كما اعتبرت لي وزملاؤها أن استخدام الطلاب للتفسير الدقائقي يعتمد على خبرتهم السابقة فى الموضوع^(٩)؛ وأيضاً اعتبر نيدرر وجولدبرغ أن قدرة الطلاب على التعميم الماكروسكوبي وامتلاكهم للمعرفة الإجرائية (المستوى الثانى عند لاوسون) لا يعنى بالضرورة امتلاكهم للمعرفة التوضيحية على المستوى الميكروسكوبي (وهو المستوى الذي أطلق عليه لاوسون المستوى الإفتراضى الإستنتاجى)^(١٠).

تطوير أدوات البحث

اعتمد الباحث أولاً على تتبع تاريخ تطور مفهوم الحرارة والضغط ونظرية الحركة

الجزئية من أجل التعرف على كيفية تطور الأفكار الخاصة بالموضوع من المرحلة الوصفية الإكتشافية والتعميمية على المستوى الماكروسكوبي إلى المستوى الميكروسكوبي الدقائقي التفسيري والذي أدى إلى تكوين نظرية شمولية قوية قادرة على تفسير الظواهر المتعلقة بالموضوع. كما تتبع الباحث التفسيرات المختلفة العامة للعلماء في مراحل التطوير المختلفة للأفكار المتعلقة بالموضوع عبر التاريخ، من أجل الكشف عن وجود مثيل لها عند الطلاب؛ وقد توصل الباحث إلى ما يلي:

المستوى الأول للتطور:

ارتبط مفهوم الحرارة لدى الإغريق بالنار، واعتبرت النار إحدى العناصر الأربعة التي يتألف منها الكون (الماء، الهواء، التراب، الماء) وامتدت هذه النظرة حتى عصر النهضة، إذ أن العرب كانوا يتبعون الإغريق في هذا المفهوم (١١)؛ كما اعتبر العلماء أن الكون متصل لا وجود للفراغ بينه.

المستوى الثاني للتطور:

(القرن السابع والثامن عشر) اعتبر العلماء الحرارة عبارة عن شيء مادي؛ كما اكتشف العلماء أن الأجسام تتمدد بالحرارة وتختلف فيما بينها في معامل تمددها؛ واستخدمت هذه الظاهرة في صنع ميزان الحرارة، حيث أن مدى تمدد الزئبق اعتمد لقياس شدة الحرارة؛ وكانت القياسات دقيقة وصحيحة (معرفة تعميمية إجرائية)؛ ولكن هذا لا يعني أن العلماء كانوا يعرفون كنه الذي يقيسونه (معرفة توضيحية تفسيرية)، فلم يكن هناك تمييز بين درجة الحرارة وكمية الحرارة، فكانوا يقيسون درجة الحرارة مع عدم معرفتهم ماذا تعني درجة الحرارة، فقد اعتبرت فقط مقياسا للسخونة أو البرودة؛ ولكن العلماء أدركوا هنا إمكانية وجود فراغ في الكون، وأن بالإمكان تخفيف الضغط بالتخلص من الهواء؛ إلا أن الضغط كان مرتبطا فقط بوزن عمود الهواء فوق وحدة المساحة والتي كان من الواضح أن سبب زيادة الضغط بالنسبة لهم هو زيادة الكتلة وليس زيادة عدد الإصطدامات الواقعة على وحدة المساحة، حيث أن نظرية الحركة الجزيئية لم تكن قد تطورت بعد؛ وقد اكتشف العلماء العلاقة بين الحرارة والضغط (على المستوى

الماكروسكوبي)، ولكن توضيحهم لسبب هذا الارتباط يدل على عدم وضوح المعرفة التوضيحية على المستوى الميكروسكوبي الجزيئي؛ فاعتقادهم بأن الحرارة ذات طبيعة مادية كان يفسر بهذا الارتباط (زيادة الحرارة يؤدي إلى زيادة كتلة عمود الهواء وبالتالي يؤدي هذا إلى زيادة لوزن عمود الهواء وهذا يعني زيادة الضغط)^(١٢) و^(١١).

المستوى الثالث للتطور:

(نهاية القرن الثامن عشر - القرن التاسع عشر) حافظ لافوريزيه على الاعتقاد بالخواص المادية للحرارة، إلا أن إيمانه بمبدأ حفظ المادة (كان سابقاً لدالتون بهذا، ولكنه لم يطور هذا المفهوم إلى تمييز مفهوم الذرة والعنصر والمركب)، أدى إلى ابتداعه لمفهوم الكالوري من أن الحرارة سيال حراري؛ كما استخدم الكالوري لقياس كمية هذا السيلال؛ وتغير مفهوم درجة الحرارة من مقياس للسخونة والبرودة فقط إلى مقياس لشدة الكالوري في المكان (التيار السائل) اعتماداً على ميكانيكية غير ملاحظة وهي حركة التيار الكالوري؛ وبهذا فقد ميز بين كمية الحرارة وشدة الحرارة (شدة التيار الحراري في المكان)؛ فاعتبار الحرارة تيار سيال حراري أدى به إلى اعتبار أن هذا السيلال يتوزع بالتساوي على مجموع الكتلة؛ وهذا يعني أن المواد الأقل كتلة سوف تنال قسماً أكبر من كمية الحرارة من المواد الأكبر كتلة إذا أعطيت نفس كمية الحرارة؛ كما اعتبر أن المواد تختلف عن بعضها البعض في نقل وامتصاص السيلال الحراري (الحرارة النوعية للأجسام)؛ كما اعتبر أن طريقة نقل السيلال الحراري يختلف حسب اختلاف حالة المادة، التوصل للفلزات والحمل للسوائل والغازات؛ كما تكلم عن وجود مواد عازلة تماماً لنقل هذا التيار كالحشب^(١٣)؛ وقد استمر تفسير ارتباط زيادة الضغط بزيادة درجة الحرارة على اعتبار أن زيادة درجة الحرارة تؤدي إلى زيادة الضغط (من خلال زيادة كتلة عمود الهواء وبالتالي وزنه).

المستوى الرابع للتطور:

أدى تطور مفاهيم علم الكيمياء إلى إدراك العلماء أنهم لا يستطيعون الإستمرار

بتفسير الحرارة على اعتبار أنها تيار تحمل كتلة معينة؛ فقد أصبح بالإمكان حساب المواد الداخلة والخارجة من التفاعل بدقة، باستخدام قوانين دالتون؛ وكان لهذا التطور أثره الكبير في تغيير مفهومنا عن الحرارة، فقد تبين للعلماء أنهم لا يستطيعون الإستمرار في تبني مفهوم لافورية عن الكالوري؛ لقد تبين بشكل واضح أن الحرارة لا تؤثر على كتلة المواد الداخلة والخارجة من التفاعل، وعلى هذا فإنه لا يمكن اعتبارها سيالا حراريا ذات خواص مادية، ولم تحل هذه المعضلة إلا بتطوير وتبني نظرية الحركة الجزيئية التي استطاعت تفسير مجموعة من مفاهيم العلوم الطبيعية التي كان قد سبق للعلماء أن وجدوا ارتباطا واضحا بينها بالتجارب، بينما لم يكن البنيان النظري عندهم قادراً على تفسير نتائج هذه التجارب (مثل العلاقة بين مفاهيم الحرارة والضغط والحجم والكثافة وتغير حالات المادة)؛ فكون الحرارة لا تزيد على الكتلة شيئاً يعني أنهم لا يستطيعون الإستمرار بتفسير زيادة الضغط على أساس زيادة كتلة عمود الهواء كما لم يستطيع العلماء الإستمرار بتبني مفهوم الحرارة على أساس أنها تيار سائل؛ وظهرت الحاجة للتفريق بين مفهومي درجة الحرارة وكمية الحرارة، ولكن بتبني نظرية الحركة الجزيئية هذه المرة للتفريق بين المفهومين؛ وأصبح اختلاف درجة الحرارة من مكان لآخر يعزى إلى اختلاف معدل الطاقة الحركية للجزيئات؛ وأصبحت كمية الحرارة تعني مجموع الطاقة الحركية للجزيئات في النظام ككل. هذا التصور الجديد استطاع تفسير الظواهر السابقة التي استخدم مفهوم الكالوري لتفسيرها، بالإضافة إلى مفاهيم جديدة لم يستطع المفهوم السابق تفسيرها (كازدياد الضغط مع ثبات الكتلة)، إذ أنه أصبح واضحاً أن الحرارة لا تسبب بزيادة كتلة عمود الهواء، وبدلاً من أن يصبح تمدد الفلزات بالحرارة يعزى إلى السيل الحراري، أصبح يعزى إلى تباعد الجزيئات عن بعضها البعض نتيجة لامتلاكها طاقة حركية أعلى، وهذا يفسر أيضاً العلاقة القائمة بين ارتباط الضغط بالحرارة والحجم، إذ أن امتلاك الجزيئات سرعة أكبر في نفس الحجم سوف يؤدي إلى عدد من التصادمات أكثر وبالتالي إلى ارتفاع الضغط، حيث أن الضغط أصبح يعرف الآن بعدد التصادمات الواقعة على وحدة المساحة، وليس بوزن عمود الهواء^(١). (الذي كان يتضمن أن زيادة الكتلة تؤدي إلى زيادة الوزن وبالتالي زيادة الضغط).

التحليل المفاهيمي للمناهج الدراسية المقررة بخصوص موضوع الحرارة

إن البحث في محتوى المناهج الدراسية خاصة في المرحلة الإلزامية هو أمر لا بد منه للتعرف على طبيعة البنية المعرفية للطلاب عن موضوع الحرارة. وكما ذكرت سابقاً، فإن البحث في موضوع تاريخ العلوم كان الغرض منه التعرف على مدى تأثيرنا الحالي بالمفاهيم التاريخية.

المناهج الدراسية للصفوف الابتدائية عادة ما تتعرض لدرس الحرارة على المستوى الوصفي الإكتشافى الماكروسكوبي، عن طريق عرض تجارب تظهر للتلاميذ ارتفاع عمود الزئبق بارتفاع درجة الحرارة، وأيضاً تظهر اختلاف مدى توصيل الحرارة من مادة لأخرى، كما وتشير إلى تمدد بعض المواد نتيجة اكتسابها للحرارة. أما في المرحلة الثانوية فيتعرض الطلاب للمستوى الميكروسكوبي الدقائى التفسيري؛ حيث تعرض نظرية الحركة الجزيئية.

وكانت فرضية الباحث أن الطلاب في الفرع الأدبي (الذين لم يتطرقوا بشكل مركز أثناء دراستهم لنظرية الحركة الجزيئية) سوف يكونون أميل لاستخدام الوصف الماكروسكوبي فقط، مع ما قد يتضمنه من مفاهيم مغايرة للتفسير الميكروسكوبي الدقائى المقبول حديثاً عن نظرائهم في الفرع العلمي.

مشكلة الدراسة وأهدافها

كان غرض البحث هنا تقصي طبيعة العلاقات المفاهيمية عند الطلاب في المواضيع المتعلقة الخاصة بنظرية الحركة الجزيئية لدى معلمي الصف في الأردن؛ إذ أن جود مفاهيم مغايرة للمعنى العلمي المقبول حديثاً، لدى المعلمين سوف يؤثر بالتالي على ما سوف يتلقى التلاميذ منهم، بخصوص أي موضوع له علاقة بهذه النظرية كالحرارة والضغط وتفسير ظواهر البيئة والغليان والتبخّر، والكثير من الظواهر التي تتعرض لها مناهج العلوم في المرحلة الإلزامية.

أسئلة البحث:

١ - ما هي طبيعة العلاقات المفاهيمية لدى معلمي الصف الذين يعملون على إكمال

تأهيلهم لتدريس المرحلة الابتدائية الدنيا بخصوص نظرة الحركة الجزئية؟

٢ - هل تختلف طبيعة العلاقات المفاهيمية لدى معلمي الصف الذين درسوا في الفرع العلمي عن زملائهم في الفرع الأدبي بخصوص هذا الموضوع؟

الطريقة

مجتمع الدراسة وعينتها:

يتألف مجتمع الدراسة من معلمي المرحلة الابتدائية الدنيا (معلم صف) الذين يعملون على إكمال تأهيلهم للحصول على شهادة البكالوريوس في الجامعات الأردنية. تتألف عينة الدراسة من سبعين معلماً يقومون حالياً بتدريس المرحلة الإلزامية ويعملون على نيل شهادة البكالوريوس في برنامج التأهيل الذي هو جزء من برنامج التطوير التربوي في الأردن؛ وتمثل العينة معلمي المرحلة الإلزامية في المنطقة الوسطى والتي تشمل محافظات عمان والبلقاء والزرقاء؛ وتتجاوز معدلات جميع أفراد العينة الـ ٧٠٪ في امتحان شهادة الثانوية العامة، عشرون معلماً منهم في الفرع العلمي، والخمسون الباقون في الفرع الأدبي؛ جميع المعلمين يحملون الدبلوم المتوسط.

أدوات الدراسة:

وجهت الأسئلة المفتوحة التالية لعينة من معلمي الصف الذين يدرسون المرحلة الابتدائية من أجل الكشف عن البنية المفاهيمية لديهم؛ وقد اشتقت أسئلة الدراسة من النموذج التعليمي لهوللون وأندرسون^(١٣)، ولبيركهيمر وزملائه^(١٤)؛ وهذه الأسئلة هي:

١ - فسر الفرق بين درجة الحرارة وكمية الحرارة؟

٢ - فسر سبب تمدد الأجسام بالحرارة؟

٣ - نفخت كرة بقوة عند الظهر حتى أصبحت صلبة، وعند المساء بدت أقل صلابة فسر؟

٤ - لماذا يزداد الضغط على عجلات سيارة أثناء الرحلة؟

٥ - فسر ماذا يحدث عند استخدام وفتح طنجرة الضغط؟

طريقة تحليل النتائج:

تعتمد طريقة التحليل هذه على منحى المدرسة التكوينية التي تبحث نظرية الطالب ككل متكامل، بمعنى، كيف يفكر وبماذا يفكر عن عدد من الظواهر بطريقة شمولية؛ أو بمعنى آخر البحث في منطلق تفكير الطالب (his Schema)^(٤). وعلى هذا فقد قام الباحث بتتبع كيفية تفسير الطالب على عدد من الأسئلة، وبرؤية الإنسجام في المنطلق الذي ينبع منه التفسير؛ وتتبع أجوبة جميع الطلاب، كل على حدة على جميع الأسئلة؛ وهذه الطريقة في التحليل استخدمها كل من نوسبام ونوفاك^(٥)، نوفيك ونوسبام^(٦)، أندرسون وسميث^(٧)، وتايجرين^(٨)؛ وقد أمكن فرز منطلقين رئيسيين في التفسير للطلاب (أنظر نموذج الإجابة للفريقين الثالث والرابع في عرض الإجابات في الفقرات اللاحقة)؛ وقد استخدمت كلمة منطلق لتعني تلك النظرة الشمولية والمنسجمة مع بعضها البعض والتي استخدمها الطالب بطريقة توافقية في تفسيره لعدد من الظواهر بخصوص موضوع الحركة الجزيئية - ٤). اعتمد الباحث طريقة التقويم التي اعتمدها سميث وزملاؤه^(٩) في بحثه عن طبيعة التفسيرات المختلفة للطلاب، فأعطيت علامة + ٢ لمن يملكون المعنى الكلي للمفهوم الصحيح، وعلامة + ١ لمن يملكون جزءا لا بأس به من المفهوم الصحيح، وتدرجت العلامات من - ١ إلى - ٣ للطلاب الذين تدل إجاباتهم على فهم مغاير للمعنى العلمي (كانت العلامة متدرجة حسب عدد الإضافات المغايرة للمعنى العلمي كما هو مبين لاحقا عند شرح النتائج)؛ وأعطيت علامة - ٤ للطلاب الذين استخدموا مفهوم علماء القرن السابع والثامن عشر عن الحرارة في تفسيرهم للنتائج.

النتائج

أظهرت نتائج البحث وجود أفكار مغايرة للمعنى العلمي الحديث خاصة لدى طلاب الفرع الأدبي، وكانت طبيعة تفسيرهم هذه تعتمد المستوى الماكرو سكوبي المشابهة

للعلماء في القديم؛ ومنها عدم التفريق بين درجة الحرارة وكمية الحرارة، واعتبار أن الحرارة ذات طبيعة مادية، (هذا مشابه لما توصل إليه وايزر وكاري^(١٢) وإريكسون وتايرجين - ٢٠)؛ ومنهم من كان يعتقد أن الحرارة تعمل على تمدد الجزيئات، وهذا مشابه لما توصل إليه تيرجين^(١٨)؛ كما بينت الدراسة تواجد مفاهيم أخرى لدى الطلاب لم تنوه لها الأبحاث السابقة مثل اعتقاد فريق من الطلاب أن الحرارة تعمل على انقسام الجزيء بعد تمده وبالتالي يعمل هذا ازدياد الضغط (أشار أوسبرن وكوجسروف إلى أن عملية التبخر كانت تعني لكثير من التلاميذ انفصال ذرتي الهيدروجين عن ذرة الأكسجين - ٢١). ودلت النتائج أن مرجع هذه التفسيرات هو الإعتقاد بعدم وجود فراغات بين الجزيئات (صمتية الكون)؛ وظهر هذا الإعتقاد واضحاً في إجابات الطلاب الذين قالوا أن الجزيئات تتمدد ومن ثم تضغط على بعضها البعض، وهذا يعني أن هؤلاء الطلاب لا يعتقدون بوجود فراغات بين الجزيئات أصلاً. كما بينت النتائج تأصل هذه الأفكار عند طلاب الفرع الأدبي وهذا يرجع إلى كون طلاب الفرع العلمي يملكون فهماً علمياً سابقاً عن نظرية الحركة الجزيئية. وعرض النتائج مفصلة مع عينة من إجابات الطلاب توضح المعاني المشار إليها.

إجابات الطلاب				العدد/أدبي النسبة العدد/علمي النسبة
١ - الإجابة العلمية الصحيحة	٠	٠	٣	٪١٥
٢ - إجابة تحمل جزءاً من المفهوم العلمي	٠	٠	١٥	٪٧٥
٣ - إجابة تمحور المعنى العلمي الصحيح	٣٢	٪٦٤	٢	٪١٠
٤ - إجابة تمثل مفاهيم تاريخية	١٨	٪٣٦	٠	٪٠
المجموع	٥٠	٪١٠٠	٢٠	٪١٠٠

(ملحوظة أخذت النسبة لكل مجموعة على حدة؛ مثلاً ٪١٥ تعني ٪١٥ من الطلاب في الفرع العلمي في العينة وليس ٪١٥ من مجموع أفراد العينة)

بينت النتائج أن:

١ - هناك ثلاثة طلاب فقط كانوا يمتلكون نظرية علمية صحيحة بخصوص مفهوم الحرارة (جميعهم كانوا أصلاً في الفرع العلمي ويمثلون ١٥٪ من أفراد العينة في هذا الفرع)؛ أي أنهم كانوا يمتلكون نظرية علمية يعرفون بها أن درجة الحرارة تقيس معدل الطاقة الحركية للجزيئات، أما كمية الحرارة فتقيس مجموع الطاقة الحركية للجزيئات في النظام ككل؛ كما أنهم عزوا طراوة الكرة في المساء إلى أن انخفاض الطاقة الحركية للجزيئات تعمل على تقليل معدل اصطدام الجزيئات بسطح الكرة؛ وفسروا زيادة الضغط أثناء حركة عجلات السيارة على أن الحرارة التي تنتج عن الاحتكاك تعمل على ازدياد الطاقة الحركية للجزيئات وبالتالي تزيد عدد الإصطدامات بسطح العجل؛ كما أنهم فسروا الانفجار الذي يحدث عند فتح طنجرة البريستو بسرعة على أن الجزيئات تمتلك في هذه الحالة طاقة حركية أعلى وبالتالي ومع ازدياد التبخر فإن عدد الإصطدامات تصبح أكثر في الحيز المحصور؛ كما أنهم وضحو أن هذه الجزيئات تندفع بسرعة عند فتح الغطاء لتخذ حيزاً أكبر لتخفيف الضغط؛ كما عللوا أن ازدياد عدد الإصطدامات بين الجزيئات في طنجرة الضغط يعمل على نضج الطعام بسرعة.

٢ - كان هناك ١٥ طالباً (العلامة + ١ - جميعهم في الفرع العلمي ويمثلون ٧٥٪ من أفراد العينة في الفرع) يمتلكون جزءاً لا بأس به من المفهوم الصحيح؛ قدم هؤلاء المعنى السابق شرحه إلا أنهم لم يميزوا بين كمية الحرارة ودرجة الحرارة، كانت درجة الحرارة تعني شيئاً يقيس سخونة أو برودة الجسم (معنى حسي ظاهر)، أما كمية الحرارة فهي مقدار ما في الجسم من حرارة.

٣ - كان هناك أربعة وثلاثون طالباً، اثنان منهم في الفرع العلمي (١٠٪ من مجموع أفراد العينة في ذلك الفرع)، واثنان وثلاثون في الفرع الأدبي (٦٤٪ من مجموع أفراد العينة في ذلك الفرع) حور هؤلاء الطلاب المعنى العلمي بحيث دمجوا نظرية الحركة الجزيئية مع مفهومهم المغلوط عن كون الحرارة ذات طبيعة مادية وأن الكون مصمت (الجزيئات تتصل ببعضها البعض)؛ كما كانوا يظنون بأن الأجسام تتمدد بالحرارة نتيجة لتمدد الجزيئات وليس نتيجة لتباعد الجزيئات عن بعضها البعض، وهذا نتيجة لاعتقادهم أنه ليس هناك مسافة بين الجزيئات، وبالتالي فإن هذا التمدد

يسبب حسب رأيهم انفجار طنجرة الضغط لعدم وجود متسع لتمدد هذه الجزئيات؛ كما أن هذا التمدد يؤدي إلى انفجار عجلات السيارة نتيجة لتمدد الجزئيات وبالتالي زيادة الإحتكاك؛ كما أن سبب ليونة الكرة في المساء كان مرجعه برأيهم تقلص حجم الجزئيات (تركت بهذا مسافة كانت تحتلها عن قرب)؛ ومما يميز إجابات هذه الفئة من الطلاب أن كمية الحرارة كانت تعني مجرد كتابة القانون، أما درجة الحرارة فهي مقياس للسخونة والبرودة. وقد انقسمت نوعية التفسير لدى هؤلاء الطلاب إلى ثلاثة مستويات.

أ - المستوى الأول يتكون من ١٨ طالبا (٥٣٪ من مجموع أفراد الفريق الثالث - وأعطوا علامة - ١)؛ ويحمل هؤلاء العلاقات المفاهيمية المشار إليها سابقا من أن الحرارة تعمل على كبر حجم الجزئيات وبالتالي يؤدي هذا إلى زيادة الضغط.

رانية : عندما ضغطت الكرة في النهار، كانت درجة الحرارة عالية وكانت جزئيات الهواء متمددة مع الحرارة وعندما جاء المساء فتكون درجة الحرارة أقل لذلك تتقلص جزئيات الهواء فتصغر حجمها، لذلك أصبحت الكرة أقل صلابة لأن حجم الجزئيات في الكرة قل عنه في النهار. ويزداد الضغط في عجلات السيارة أثناء الرحلة لانه أثناء السير يتولد احتكاك بين عجل السيارة والشارع، وهذا الإحتكاك يساعد على ارتفاع درجة الحرارة، وارتفاع درجة الحرارة يزيد من حجم جزئيات الهواء الموجود في داخل العجلات، فعندما تكبر حجم الجزئيات لاتجد مكانا تخرج منه فبذلك يزداد الضغط على العجلات أي تصبح أكثر قساوة.

عيد: الكرة تكون أصلب عند الظهر لأن الهواء يتمدد وياخذ مساحة أكبر بسبب الحرارة، ولكنه في المساء يبرد ويقل حجمه. الحركة في السيارة تساعد على تمدد جزئيات الهواء مما يزيد من حجم الهواء في العجلات. يحدث الانفجار في طنجرة الضغط لأن الجزئيات تتمدد مما يجعلها أكبر من حجم الطنجرة.

مريان: الكرة تصبح أقل صلابة في المساء، بسبب أنها عند الظهر تتمدد ويكبر حجمها بالحرارة، وعندما تقل درجة الحرارة تتجمع الجزئيات. يزداد الضغط

في عجلات السيارة بسبب أن الحرارة تزيد حجم الجزيئات عند الإحتكاك. منتهى: تتمدد الأجسام بالحرارة لأن الأجسام عبارة عن جزيئات مترابطة مع بعضها البعض، وأثناء عملية التسخين تتمدد هذه الجزيئات وبالتالي تتمدد الأجسام. جزيئات الهواء الساخنة داخل الكرة كانت ممتدة عند الظهر، وعند انخفاض درجة الحرارة بدأت الجزيئات بالرجوع إلى وضعها الطبيعي مما يؤدي إلى أن الكرة أصبحت أقل صلابة لأن الضغط يزداد بزيادة درجة الحرارة.

بشار: يحدث الانفجار في طنجرة الضغط بسبب أن الجزيئات تتمدد مما يجعلها أكبر من حجم الطنجرة.

معاوية: تنفجر طنجرة الضغط بسبب أن الجزيئات تتمدد مما يجعلها أكبر كم حجم لطنجرة.

سعيد: يحدث الانفجار في طنجرة الضغط لأن جزيئات الغاز أصبح حجمها كبير، الضغط الداخلي أصبح أكبر من الضغط الخارجي.

عاكف: تتمدد الأجسام بالحرارة لأن حجم الجزيئات يزداد ويكبر.

ب - المستوى الثاني، ويتكون من سبعة طلاب (٢١٪ من مجموع أفراد الفريق الثالث) وأعطوا علامة -٢؛ ويحمل هؤلاء المميزات العامة للعلاقات المفاهيمية في المستوى الأول، عن كون الكون مصمت وأن الحرارة تسبب تمدد الجزيء؛ وبالإضافة إلى هذا كان الطلاب في هذا المستوى يضيفون معنى دقائقها عن الحرارة ليس بارزا بوضوح في إجابات طلاب المستوى الأول؛ فمثلا عند التكلم عن طنجرة الضغط كانوا يضيفون أن الحرارة تخرج بسرعة عند فتحها؛ وما يميز إجابات هذا الفريق أيضاً أن ربطهم للعلاقة بين الحرارة والضغط كان يبدو للقاريء لأول وهلة كأنه يحمل معنى علميا، إلا أن التمعن في كتاباتهم كشف على أنهم يطنون مفهوما بدليا في هذا الربط مبعثه اعتقادهم المغلوط بأن سبب زيادة الضغط هو زيادة كتلة عمود الهواء نتيجة لزيادة الحرارة، وهبوط الضغط مبعثه انخفاض كتلة عمود

الهواء نتيجة لهبوط درجة الحرارة؛ إذ أن مفهوم زيادة الضغط برأيهم هو مجرد ازدياد كتلة عمود الهواء (يطلقون عليها وزناً وتبين من سياق كلامهم أنهم يقصدون أن ازدياد وزن عمود الهواء مرجعه ازدياد كتلته) (المفهوم العلمي الحديث الذي يفسر العلاقة بين الحرارة والضغط يبين أن ازدياد معدل الطاقة الحركية للجزيئات يؤدي إلى زيادة معدل عدد اصطدامات جزيئات الغاز بوحدة مساحة السطح وبالتالي يؤدي هذا إلى زيادة الضغط)؛ وفيما يلي مثال على هذه الأجوبة (اختيرت الأجوبة التي اسهب أصحابها في صف هذا المعنى بوضوح - جميع الأسماء مستعارة):

سلام: تتمدد الأجسام بالحرارة لأن الجزيئات التي بالمادة تكبر أكثر مع الحرارة لذا نلاحظ أن كل مادة يختلف تمددها عن الأخرى كما أن الحرارة تنتشر بين جزيئات الحديد حتى تصل آخر جزء. تصبح الكرة أقل طراوة في المساء لان جزيئات الهواء تقلصت مع البرودة وقل حجمها. عند السير تحمي إطارات السيارة ومع البريكات فإن الهواء يسخن وبالتالي يتمدد الهواء ويزيد ضغط الهواء وتكبر جزيئاته. تعمل طنجرة الضغط على الحفاظ على أكبر كمية ممكنة من الحرارة وعدم تسربها للخارج بحيث يزداد ضغط الهواء الحار جدا الذي يؤدي إلى نضج الطعام، والمنطقة المنخفضة تكون حارة جدا لذا يزداد وزن عمود الهواء.

عماد: يزداد الضغط في العجلات بازدياد الاحتكاك مما يولد حرارة وهذا يؤدي إلى ازدياد الهواء والضغط.، كما أن جزيئات الهواء تتمدد بالحرارة وتقلص بالبرودة.

نعيمة: يزداد الضغط في عجلات السيارة لازدياد سخونة الهواء وارتفاع درجة حرارته مع شدة الضغط، تكون الجزيئات الهوائية متمددة والعلاقة طردية بين درجة الحرارة والضغط.، كما أن الطعام ينضج في طنجرة البخار بسرعة لأنه كلما زادت الحرارة زاد تمدد جزيئات الهواء وتنضغط على الطعام داخل الطنجرة، وعندما تفتح طنجرة الضغط، يدخل الهواء البارد بسرعة فيعارض الحرارة الزائدة فتنفجر طنجرة الضغط.

موسى: يزداد طول القضيب لأن جزيئات المادة تتسع داخل المادة مما يزيد من حجمها، وتنتقل الجزيئات الحرارية خلال القضيب. أصبحت الكرة أقل صلابة لأن كثافة الهواء قلت بسبب انخفاض درجة الحرارة.

وليد: يحدث الانفجار في طنجرة الضغط بسبب تمدد الجزيئات مما يجعلها أكبر من حجم الطنجرة ويكون البخار والحرارة مركزا في الطنجرة.

ج - المستوي الثالث: ويتكون من تسعة طلاب (يكونون ٢٦٪ من مجموع أفراد الفريق الثالث)، وأعطيت لهم العلامة -٣ لأنهم بالإضافة إلى كون العلاقات المفاهيمية لديهم لها مميزات المستويين الأول والثاني عن صمتية الكون وأن الجزيئات تتمدد بالحرارة وأن الحرارة ذات طبيعة مادية، كانوا بالإضافة إلى هذا يعتقدون أن الحرارة تعمل على زيادة عدد الجزيئات الأصلية الموجودة عن طريق تكسير الجزيء الأصلي وكانوا يبررون هذا الاعتقاد بأن الجزيء بعد أن يتمدد كثيرا ينقسم وبالتالي يعمل هذا على زيادة الضغط على العجل أو انفجار طنجرة الضغط؛ ومما يميز إجابات هذا الفريق أيضا أن ربطهم بين ازدياد الضغط مع ازدياد درجة الحرارة - مع أنه يبدو للقارئ أول وهلة أنه يحمل معنى علميا إلا أن التمعن في كتاباتهم يكشف أنهم يظنون مفهوما مغايرا في هذا الربط مبعثه اعتقادهم المغلوط بأن الحرارة تعمل على انقسام الجزيئات مما يؤدي بالتالي إلى زيادة وزن عمود الهواء وازدياد الضغط (يقصدون بالوزن هنا كتلة)، كما أدى هذا الاعتقاد عند البعض الآخر منهم إلى الضن بأن الحرارة تزيد من كثافة الهواء نتيجة انقسام الجزيئات الموجودة (مع أن العكس هو الصحيح حيث أن الحرارة تعمل على تباعد الجزيئات الموجودة في الحالة الغازية فيقل عددها في وحدة الحجم). وهذه بعض الأمثلة على هذا الفهم المغلوط، وقد اختبرت الأمثلة التي تبين بشكل واضح مثل هذا المفهوم وجميع الأسماء مستعارة:

أمنة: سبب تمدد قضيب الحديد هو أن الحرارة تتمدد في الأجسام الصلبة. سبب طراوة الكرة في المساء هو أنه عندما أصبحت درجة الحرارة أقل بعد نفخ الكرة في المساء هو أنه عندما أصبحت درجة الحرارة أقل بعد نفخ الكرة، أثر هذا على عدد جزيئات الهواء في الكرة فأصبح ضغطها قليلاً، وأثر هذا على

صلابة الكرة فقد كان الضغط موزعا ثم أصبح يتجه نحو المركز فبدت أقل صلابة. سبب زيادة الضغط في العجلات هو تفكك جزيئات الهواء وانتشارها في داخل العجل. ويكون التضج أسرع في طنجرة الضغط بسبب أن الحرارة أصبحت مضغوطة في مساحة صغيرة وأدى هذا إلى تماسك الهواء وكثافته.

حمد: أصبحت الكرة أقل طراوة في المساء لأنه في الجو الحار تتمدد جزيئات الهواء ويزداد حجمها، وعند المساء تتقارب هذه الجزيئات وتقلس بالبرودة فتصبح أقل صلابة. ينضج الطعام أسرع أكثر في طنجرة البريستو لأن درجة الحرارة العالية تعمل على تكسير جزيئات المادة الموجودة، فيأخذ الهواء الموجود جميع حجم الطنجرة ولا يترك فراغا لأي هواء جديد.

ندى: يزداد الضغط في عجلات السيارة أثناء الرحلة بسبب ارتفاع درجة الحرارة أثناء سير العجلات وبالتالي تصبح جزيئات الهواء داخل العجلات كبيرة ومتقاربة مع بعضها البعض مما يؤدي إلى زيادة الضغط داخل العجلات بسبب زيادة حجم الغاز وزيادة كثافة الغاز داخل العجلات. ويحدث الانفجار في طنجرة الضغط لأن جزيئات الهواء يصبح عددها كبير جدا بسبب ارتفاع الحرارة فبمجرد فتح الطنجرة تخرج جزيئات الهواء مندفعة للخارج.

محمود: أصبحت الكرة أقل صلابة في المساء لأنه يحدث تسرب للهواء أثناء الليل حيث أن الضغط يصبح مع الحرارة عند الظهر أعلى من الضغط الجوي، وينضج الطعام أسرع في طنجرة الضغط حيث أن الحرارة تبقى مختزنة في طنجرة الضغط، والضغط يتسبب نتيجة ازدياد وزن عمود الهواء.

آسية: تتمدد الأجسام بالحرارة لأن الحرارة تساعد الجزيئات على التمدد فتتفكك الروابط بين الجزيئات وتصبح حرة فيكبر حجمها وتتمدد. تكون الكرة أكثر صلابة في الجو الحار لأن الضغط يزداد بازدياد درجة الحرارة، وتقل الصلابة في المساء لأن درجة الحرارة أقل فالعلاقة طردية بين الحرارة والضغط.

حنان: في الأول تتفكك جزيئات وتنتشر داخل الكرة ويكون الضغط على الجوانب، وعند المساء تتحول الجزيئات نحو المركز.

٤ - كان هناك ١٨ طالبا لا يملكون علاقات مفاهيمية إطلاقا لربط مفهوم الحرارة مع نظرية الحركة الجزيئية، وكان جميع هؤلاء الطلاب في الفرع الأدبي ويمثلون ٣٦٪ من مجموع أفراد العينة في ذلك الفرع؛ كانت الحرارة بالنسبة لهم تعني شيئا ماديا يذهب ويحيى وتؤدي زيادته إلى ضغط يقترن بكتلة. إن تفسير هذا الفريق عن ازدياد الضغط بازدياد درجة الحرارة كان يطن مفهوما بديلا بأن الحرارة تؤدي إلى زيادة الضغط نتيجة لإضافتها كتلة إضافية للهواء، إذ أن مفهوم زيادة الضغط برأيهم كان مجرد ازدياد وزن عمود الهواء (يقصدون به كتلة)؛ إن هذا التصور الدقائقي لمعنى الحرارة جعلهم يعتقدون أن كثافة الهواء تزيد بالحرارة وتقل بالبرودة؛ والسمة المميزة لإجابات هذه الفئة من الطلاب أنهم فسروا الفرق بين درجة الحرارة وكمية الحرارة بأن كمية الحرارة هي الكمية التي يجب أن تعطي للجسم من أجل أن يكتسب الحرارة، أما درجة الحرارة فهي الحرارة الآتية للجسم ساعة قياسها؛ وهذا التفسير كان ينبع من إيمانهم بأن الحرارة هي عبارة عن تيار مادي من الدقائق. وهذه أمثلة على هذا النوع من الإجابات، وجميع الأسماء مستعارة:

نجاه: كمية الحرارة هي مقدار الحرارة اللازمة لتسخين شيء أو غليانه، أما درجة الحرارة فهي مقدار ارتفاع الحرارة أو انخفاضها. قلت صلابة الكرة عند المساء، بسبب أن الكثافة قلت. يحدث انفجار في طنجرة الضغط بسبب أن جزيئات الحرارة تدفع مرة واحدة فتشكل كثافة هائلة.

مجد: كمية الحرارة هي مقدار الحرارة المستخدمة، أما درجة الحرارة فهي مقدار ما تحتفظ المادة من حرارة. يحدث انفجار في طنجرة الضغط بسبب أن الحرارة تكون مضغوطة داخل الطنجرة ومرة واحدة تندفع مثل حبة البوشار فيحدث انفجار، كما أن الطعام ينضج بسرعة لأن الحرارة لا تتوزع ولا يكون لها منفذ ولا تنتشر فالطنجرة تحد من انتشارها فنحصل على درجة حرارة أعلى.

يعقوب: درجة الحرارة هي الحد الأدنى من الضغط من الحرارة الذي يصل إليها

الجسم، أما كمية الحرارة فهي الكمية التي تزداد بازدياد الضغط أو ازدياد الحرارة؛ تتمدد الجزيئات بالحرارة نتيجة الضغط الذي وصل إلى هذا الجسم؛ ازدياد درجة الحرارة يؤدي إلى ضغط الكرة والعجلات.

باسمة: كمية الحرارة هي مقدار ما تحتاجه المادة للتسخين، أما درجة الحرارة فهي حساب نسبة الحرارة بعد التسخين. تتمدد الأجسام بالحرارة لأن الأجسام يزداد ضغطها بالحرارة فتتمدد. ينضج الطعام بسرعة في طنجرة الضغط بسبب انضغاط كمية الحرارة في حجم الطنجرة.

هدى: كمية الحرارة هي مقدار الحرارة التي تدخل إلى جسم من مصدر الحرارة، أما درجة الحرارة فتقيس كم انتقل إلى الجسم من مصدر حراري. إن ارتفاع الحرارة يؤدي إلى زيادة الضغط لأنها تزيد من عمود الهواء.

فوزية: كمية الحرارة هي المساحة التي تشغلها الحرارة أما درجة الحرارة فهي مقدار ارتفاع أو انخفاض الحرارة. أصبحت الكرة أقل صلابة في المساء لأن درجة الحرارة قلت أي أن الكثافة قلت.

زين: كمية الحرارة هي الحرارة التي اكتسبتها المادة، أما درجة الحرارة فهي درجة الحرارة المقاسة. ضغطت الكرة عندما كان الجو حاراً وفي المساء أصبحت الجزيئات أقل لتضرب بعضها، يحدث الانفجار في طنجرة لأن الجزيئات أكثر.

عائشة: كمية الحرارة هي الحرارة اللازمة للتسخين، درجة الحرارة هي مقدار الحرارة الموجودة في الجو واللزامة لرفع درجة ١ غم من المادة حيث تنتقل الحرارة بين ذرات المادة، يحدث انفجار في طنجرة البريستو لانه تكون درجة الحرارة مرتفعة جداً عند فتحها فيدخل الهواء فيحل محل الحرارة لذلك يحدث انفجار نتيجة الضغط؛ وتتمدد الأجسام بالحرارة لأن معامل التمدد يزيد بالحرارة.

أماني: كمية الحرارة هي مقدار الحرارة اللازمة للتسخين، أما درجة الحرارة فهي

مقدار الحرارة الموجودة في الجو واللازمة للتسخين، يحدث انفجار في طنجرة البريستو لأن درجة الحرارة تكون مرتفعة جداً، وعند فتح الطنجرة يدخل الهواء بسرعة فيحل محل الحرارة ذلك بسبب انفجار طنجرة الضغط.

المناقشة

تدل هذه النتائج على أن جميع طلاب الفرع الأدبي اعتمدوا على التفسير الماكروسكوبي المشابه للعلماء في تاريخ العلوم عند تفسيرهم للظواهر المتعلقة بنظرية الحركة الجزيئية؛ وهذا التفسير إذا اعتمد لوحده يؤدي إلى فهم مغاير للمعنى العلمي المقبول حديثاً على المستوى الميكروسكوبي الدقائقي؛ فقد اعتبر الطلاب أن الحرارة لها طبيعة مادية وأنه لا وجود للفراغ بين الجزيئات، وأن التسخين يعمل على تمدد الجزيء ومن ثم على انقسامه، وأن الحرارة تعمل على زيادة الضغط من حيث أنها تضيف مادة إلى الهواء؛ وقد بينت النتائج أن ٧٥٪ من أفراد العينة في الفرع العلمي كانوا يستخدمون نظرية الحركة الجزيئية في تفسيرهم للظواهر المتعلقة بزيادة الضغط إلا أنهم كانوا يحملون أفكاراً مشابهة لمفاهيم العلماء في القرن السابع عشر من حيث عدم تفريقهم بين درجة الحرارة وكمية الحرارة.

إن نتائج هذا البحث هي مشابهة لما توصل إليه وايزر وكاري حين بحثا مدى تطابق المفاهيم عند الطلاب بمثيلتها عند العلماء في التاريخ، وقد وجدوا أن الطلاب لا يستطيعون التفريق بين درجة الحرارة وكمية الحرارة تماماً كما كان الحال لدى العلماء الذين اخترعوا ميزان الحرارة، فيعتقد الطلاب أن درجة الحرارة هي مقياس للسخونة والبرودة فقط (الجسم أسخن لأنه يحتوي على سخونة أكثر - ١٢). كما سلك إريكسون وتايرجن المنحى التاريخي أيضاً واكتشفا أن الطلاب لا يفرقون بين الخصائص التي تملكها الجزيئات (الكتلة والسرعة)، والخصائص التي تظهر بها الجزيئات ولكن ليس بسبب امتلاكها هذه الخصائص (اللون ودرجة الحرارة)؛ وقد فسروا هذا بأن الطلاب يستخدمون شعورهم العام عند تفسير الظواهر؛ كما أشاروا إلى أن الخلط بين كمية الحرارة ودرجة الحرارة ظل سائداً عند العلماء حتى منتصف القرن الثامن عشر؛ كما أنهما قاما ببحث كيفية إدراك الطلاب لمعنى الحرارة، وبيناً أن الحرارة بالنسبة لبعض الطلاب كانت

عبارة عن ظاهرة مادية تماما كما كان الحال لدى العلماء في أواخر القرن الثامن عشر وبداية القرن التاسع عشر^(٢٠). كما وجد هوللن وأندرسن أن الطلاب كان لديهم الاعتقاد بأن الجزيء إما أن يكون حاراً أو بارداً، وأن الجزيء يتمدد بالحرارة^(٢١). كما وجدت لي وزملاؤها أن الطلاب كانوا يعتمدون التفسير الماكروسكوبي عند تفسير الظواهر المتعلقة بنظرية الحركة الجزيئية قبل التدريس المكثف إلا أنهم اتجهوا لاستخدام التفكير الدقائقي بعد التدريس^(٩).

ولقد وافقت هذه الدراسة النتائج التي توصلت إليها لي وزملاؤها من أن الخبرة السابقة تعمل على انتقال الطلاب من استخدام التفكير الماكروسكوبي إلى التفكير الدقائقي، ويتضح هذا من الفروقات التي ظهرت بين طلاب الفرع العلمي والأدبي في تفسيرهم للظواهر المتعلقة بنظرية الحركة الجزيئية؛ إذ أن طلاب الفرع العلمي كانوا أميل لاستخدام التفكير الدقائقي نتيجة لدراساتهم السابقة في المرحلة الثانوية بعكس طلاب الفرع الأدبي. كما وافقت نتائج هذا البحث النتائج التي توصل لها نيديرر وجولدبرغ من أن امتلاك الطلاب للمعرفة على المستوى الماكروسكوبي لا يعني أنهم قادرون على استخدامها على المستوى الدقائقي^(٢٢)؛ فقد بينت نتائج الدراسة أن الكثير من الطلاب كانوا يعرفون العلاقة بين الضغط والحرارة، كما كانوا على علم بقوانين التمدد الحراري ولكنهم لم ينجحوا بتفسير هذه الظواهر على المستوى الدقائقي.

كما أظهرت نتائج الدراسة أن الطلاب كانوا يعتقدون أن الحرارة تعمل على تمدد الجزيئات، وهذا مشابه لما توصل إليه تيرجين^(٢٣)؛ وأيضاً بينت نتائج الدراسة تواجد مفاهيم أخرى لدى الطلاب لم تنوه لها الأبحاث السابقة مثل اعتقاد فريق من الطلاب أن الحرارة تعمل على انقسام الجزيء بعد تمدده وبالتالي يؤدي هذا إلى زيادة الضغط؛ وسوء المفهوم هذا لم يسبق لأحد أن أشار إليه. ودلت النتائج أن مرجع الكثير من هذه التفسيرات المغايرة للمعنى العلمي هو الاعتقاد بصميتة الكون كما كان هذا واضحاً في إجابات الطلاب الذين قالوا أن الجزيئات تتمدد ومن ثم تضغط على بعضها البعض، مما يعني أن هؤلاء الطلاب لا يعتقدون بوجود فراغات بين الجزيئات أصلاً. كما بينت النتائج تأصل هذه الأفكار عند طلاب الفرع الأدبي وهذا يرجع إلى كون طلاب الفرع

العلمي يملكون فهما علميا سابقا عن نظرية الحركة الجزيئية.

ما يرشد إليه البحث

١ - دلت نتائج البحث على أن كثيرا من معلمي الصف في الفرع الأدبي كانوا يحملون مفاهيم مغايرة للمعنى العلمي عند تفسير الكثير من الظواهر التي تتناولها المرحلة الابتدائية الدنيا في العلوم ولهذا فإنه يجب التركيز في المساقات التي يتلقاها المعلمون عند تأهيلهم في العلوم على العمل على إزالة الكثير من هذه المفاهيم من أجل أن يقوموا بتدريسهم بفاعلية أكبر.

٢ - إن حفظ الطلاب للقوانين الإجرائية على المستوى الماكروسكوبي الوصفي لا يساعدهم في تفسيرها على المستوى الدقائقي؛ فعندما تطرق بعض الطلاب في العينة لقوانين السعة الحرارية والعلاقة بين الحرارة والحجم والضغط فإن هذا التطرق لم يكن يعني أنهم قد ربطوا هذا الفهم بالشكل الصحيح عند تفسير الظواهر المتعلقة بنظرية الحركة الجزيئية على المستوى الدقائقي. إن هذا لا يعني التراجع عن تدريس القوانين المتعلقة بعلاقة الحرارة بالضغط على المستوى الماكروسكوبي الإجرائي، إن هذا مهم أيضا؛ ولكن يجب أن يرافق هذا تعليل هذه العلاقات على المستوى الدقائقي، فمثلا عند الحديث عن الظواهر المتعلقة بتمدد الأجسام بالحرارة، يكون من الأوفق مصاحبة هذا بالتفسير الدقائقي والذي يتضمن التطرق إلى نظرية الحركة الجزيئية.

٣ - دلت نتائج هذا البحث على أن التعرض السابق في المادة الدراسية لنظرية الحركة الجزيئية ساعد الطلاب في الفرع العلمي على تكوين نظرية قوية يستطيعون بواسطتها تفسير الظواهر المتعلقة بارتباط الضغط بالحرارة؛ في حين دلت الدراسة على أن الطلاب في الفرع الأدبي كانوا بحاجة إلى معلومات أكثر لاستبدال نظريتهم بهذا الشأن. وهذا يعني أنه من الأوفق البدء باكرا في المرحلة الأساسية بتقديم المعرفة التوضيحية على المستوى الدقائقي (نظرية الحركة الجزيئية) لئلا تضيق الفرصة على الطلاب الذين لم يختاروا التخصص العلمي في تكوين نظرية علمية شمولية يفسرون بها ظواهر الكون من حولهم.

٤ - دلت نتائج الدراسة على أنه يجب الأخذ بعين الاعتبار النظريات السابقة للتلاميذ عند التدريس؛ فالطالب الذي لا يزال يحمل المعنى المادي عن الحرارة، سوف يعمل على دمج نظرية الحركة الجزيئية مع المعنى السابق المغاير للمعنى العلمي السابق عنده، فتتولد عند هذا نظرية محرفة عن المعنى العلمي يفسر بها الطالب الظواهر من حوله؛ وكان هذا واضحاً في إجابات الطلاب؛ الذين قالوا أن الحرارة تؤدي إلى تمدد الجزيئات ومن ثم تؤدي إلى زيادة الضغط، وهذا تحدٍ جديد في تدريس العلوم لأنه من النادر أن يأخذ التدريس بحسابه نظريات التعليم السابقة.

المراجع

- 1 - Driver, R., and Bell, B. (1986) "Students" Thinking and the Learnine of Science: A Constructivist View, in Support Teacher Proqram, M.S.U., 1989.
- 2 - -----, and Erickson, G. (1983) "Theories in Action," Studies in Science Education 10 37 - 60.
- 3 - Novak and Gowin, D., (1986) "Learning how to Learn,"
- 4 - Driver, R., Guesne, E., and Tiberghien, A., (1985) "Children's Ideas and the Learning of Science" in Teacher Support Proqram M.S.U.
- 5 - Posner, G., Strike, K., Hewson, P., and Gertzog, W. (1982) "Accommodation of Scientific Conception, Science Education 66 211 - 227.
- 6 - Gilbert, and Watts, D. (1983). "Concepts, Misconceptions, and Alternative Conceptions: Changing Perspective in Science Education," Studies in Science Education, 37 (3), 292 - 305.
- 7 - Inheder et al., 1974. in "Learning Remembering and Understanding," as cited in Brown, et al., Handbook of Child Psychology, New York: Wiley (1983) 119 - 122.
- 8 - Lawson, A., 1989 "Research on Advanced Reasoning Concept Acquisition and a Theory of Science Instruction" in Adolescent Development and School Science edited by Adey, P., Bliss, J., Head, j., & Shair, M., in Felmer Press, Philadelphia, London.
- 9 - Lee, O., Eichinger, D., Anderson, C., Berkheimer, G., & Blakeslee, T., (1993) "Changing Middle School Students'

Conceptions of Matter and Molecules" Journal of Research in Science Teaching Vol 30, No 3 p. 249 - 270.

- 10 - Niedderer, H., & Goldberg, F., (1993) "Qualitative Interpretation of a Learning Process in Electric Circuit" paper presented at the annual meeting of NARST, Atlanta, GA, April, 1993.
- 11 - Asimov, I. (1982) "Asimov's Biographical Encyclopedia of Science and Technology" Doubleday & Company, Inc., Garden City, New York.
- 12 - Wiser, M., Carey, S. (1983) "When Heat and Temperature were One," In D. Genter and A. Stevens (eds.), Meta Models, Academic Press: New York.
- 13 - Hollon, R., and Anderson, C., (1986) "Heat and Temperature" Institute for Research on Teaching, M.S.U.
- 14 - Berkheimer, G., Anderson, C., Lee, O. & Blakeslee, T., (1988) Matter and Molecule Institute for Research on Teaching, M.S.U.
- 15 - Nussbaum, J., and Novak, J. (1976) "Children Conceptions of the Earth as a Cosmic Body," Science Education, 63, 83 - 93.
- 16 - Novick, S., and Nussbaum, J. (1981) "Pupils' Understanding of the Particulate Nature of Matter: A Cross - Age Study," Science Education 65 (2), 187 - 196.
- 17 - Anderson, C., and Smith, E. (1983) "Children's Conception of Light and Color: Developing the Concept of Unseen Rays" Paper Presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association.
- 18 - Tiberghien, A., (1985) "The Development of Ideas with Teaching" in Teacher Support Program (1989)

-
- 19 - Smith, E., Baird - Pennoni, M., & Dubay, J. (1985) "Ecological Matter Cycling," unpublished paper, Michigan State University.
 - 20 - Erickson, G., and Tiberghien, A., (1985) "Heat and Temperature" in, Support Teacher Program, M.S.U., 1989.
 - 21 - Osborne, R., & Cosgrove, M., (1983) "Children's Conceptions of the Changes in State of Water" in Teacher Support Program, M.S.U.

