179
المجلد 15 العدد 1 مارس 2014

أثر استخدام التجارب البديلة قليلة التكاليف في تصحيح التصورات الخطأ والبديلة لمفاهيم المادة وخصائصها وحالاتها لدى تلاميذ الصف السابع الأساسي

د. عبد الولي حسين الدهمش
مركز التميز البحثي- جامعة الملك سعود
قسم مناهج العلوم - كلية التربية- جامعة صنعاء
wadialsail@yahoo.com

أثر استخدام التجارب البديلة قليلة التكاليف في تصحيح التصورات الخطأ والبديلة لمفاهيم المادة وخصائصها وحالاتها لدى تلاميذ الصف السابع الأساسي

د. عبد الولي حسين الدهمش
مركز التميز البحثي- جامعة الملك سعود
قسم مناهج العلوم - كلية التربية- جامعة صنعاء

الملخص

هدفت هذه الدراسة إلى معرفة أثر استخدام التجارب البديلة قليلة التكاليف المعتمدة على خامات البيئة المحلية في تصحيح التصورات البديلة والخطأ لدى طلاب الصف السابع الأساسي عن المادة وخصائصها وحالاتها. وقد اتبع البحث المنهج شبه التجريبي، تكونت عينة البحث من ٥٦ تلميذا (٢٩ في المجموعة التجريبية، و٢٧ في المجموعة الضابطة) من الصف السابع بإحدى مدارس أمانة العاصمة اليمنية صنعاء، تم اختيارها بالطريقة العشوائية القصدية. تكونت أداة البحث من اختبار التصورات البديلة؛ والتي تتعلق فقراته بموضوعات المادة وخصائصها وحالاتها، اشتمل على جزأين، أحدهما مغلق يختار فيه التلميذ الإجابة من بين ثلاث بدائل، والثاني مفتوح يكتب التلميذ فيه تبريرات اختياره لأي بديل يعتبره إجابة صحيحة. وقد أظهرت نتائج الدراسة أن لدى طلاب المرحلة الأساسية تصورات خطأ وبديلة متعلقة بالمفاهيم ذات العلاقة بالمادة وخصائصها وحالاتها. وأظهرت الدراسة أيضاً وجود فروق دالة في فهم المفاهيم العلمية بين المجموعتين التجريبية والضابطة لصالح المجموعة التجريبية. وقد دلت تلك النتائج على أن للتجارب والأنشطة العلمية البديلة تأثيراً مباشراً وإيجابياً على فهم التلاميذ للمفاهيم العلمية.

الكلمات المفتاحية: التصورات البديلة، التصورات الخطأ، المفاهيم الكيميائية، المادة، خصائص المادة، حالات المادة، تجارب العلوم البديلة قليلة التكاليف.

* تاريخ تسلم البحث: ٢٠١٢/٣/٢٥م * تاريخ قبوله للنشر: ٢٠١٣/٣/١١م

The Effect of Alternative Low Cost Experiments on Seventh Grade Students' Alternative and Misconceptions of Concepts Related to Matter and Its Properties and States

Dr. Abdulwali H. Aldahmash
The Excellence Research Center - King Saud University
Dept. of Science Curricula and Instruction - College of Education- Sana'a University

Abstract

The aim of this study was to explore the effect of alternative, local, and low cost experiments on seventh grade students' alternative and misconceptions of concepts related to matter and its properties and states. The study followed the Quasi-Experimental design. A sample consisted of two seventh grade classes, which included 56 students were randomly selected. One of the classes (27 students) served as an experimental group, while the other class (29 students) served as the control group. A valid and reliable written multiple choice and open-ended questionnaire was designed and given to both the control group and the experimental group before and after the intervention (pre- and post-test). The results of the data analysis of student's responses indicated that they hold many alternative conceptions as well as misconceptions about concepts related to the matter and its properties and states. The results indicated also that there were statistically significant differences in the comprehension of science concepts between the control group and the experimental group in favor of the experimental group. These results showed that the alternative low cost experiments have direct and positive impact on student's conceptions of science concepts.

Key words: Alternative conceptions, misconception, chemistry concepts, matter, properties of matter, and states of matter, low cost experiments.

أثر استخدام التجارب البديلة قليلة التكاليف في تصحيح التصورات الخطأ والبديلة لمفاهيم المادة وخصائصها وحالاتها لدى تلاميذ الصف السابع الأساسي

د. عبد الولي حسين الدهمش
مركز التميز البحثي- جامعة الملك سعود
قسم مناهج العلوم - كلية التربية- جامعة صنعاء

المقدمة

إن من بين أهم العوامل الداخلية التي تؤثر في تعلم الفرد هو معرفته السابقة، وما تحويه من فهم ساذج عن المفاهيم العلمية (الخليلي، حيدر ويونس، ١٩٩٦، ص٤٣٥). فأي قصور في التصورات قد يكون ناتجاً عن مشكلات في البنية المعرفية للمتعلم، وهذا بدوره قد يعزى إلى وجود خلل في اللبنات الأساسية لهذه اللبنة المعرفية. وقد أكدت الدراسات أن هذا الخلل ربما ينشأ عن وجود تصورات خطأ أو بديلة لدى المتعلمين حول كثير من المفاهيم العلمية، (Erickson, 1980; 1979; Wiser & Carey, ; Linn & Songer, 1993; 1991; Russell, Harlen & Watt, 1989; Russell & Watt, 1990). وأن ذلك الخلل في البنية المعرفية قد يؤثر في شخصية المتعلمين وثقافتهم وقدراتهم على التفكير. أما عن سبب هذا الخلل، فتشير الدراسات بأنه قد يكمن في تشبث المتعلم بالتصورات الخطأ أو التصورات البديلة للمفاهيم العلمية (Cross & Peet 1997; Harlen, 2000 b. p45-p49; Harlen, et. al, 2003; Treagust, & Haslam, 1986). فمثل تلك التصورات يمكن أن تشكل لديهم تفسيرات قد تبدو منطقية بالنسبة لهم، على الرغم من تعارضها في كثير من الأحيان مع التصورات العلمية التي يقرها العلماء، إلا أنها قد تتفق مع التصور المعرفي الذي تشكل لديهم عن العالم من حولهم. وتزداد المشكلة تعقيداً حين تصبح تلك التصورات عميقة فتشكل عوامل مقاومة للمتعلمين ومعيقة لاكتساب المفاهيم العلمية الصحيحة لديهم.

وبناء على ما سبق، فقد حظيت ظاهرة التصورات الخطأ باهتمام كبير من قبل الباحثين، حيث اهتمت بعض الدراسات بالكشف عن التصورات الخطأ، (المصري، ١٩٨٣، و السعدي، ١٩٨٥ و Odoma & Barrow, 1993; سرحان، ١٩٩٥ الشهراني، ١٩٩٦ و القباطي، ١٩٩٦).

أما بعضها الآخر فقد اهتمت بالكشف عن التصورات الخطأ بالإضافة إلى البحث عن طرق وأساليب لتعديلها لدى المتعلمين (صباريني، و الخطيب، ١٩٩٤ و Brown & Clement, 1987 Clement, 1993;).

وقد يكمن السبب وراء انتشار التصورات البديلة لدى التلاميذ في أن معلمي العلوم، وعلى وجه الخصوص في المرحلة الأساسية، يركزون على الجوانب النظرية، ويهملون الجوانب التطبيقية، مع أن كثيراً من الدراسات والنظريات التربوية الحديثة تؤكد أن المتعلمين في هذه المرحلة يتعلمون بطريقة أفضل عندما تستخدم المحسوسات بدلاً عن المجردات في تعليمهم (الدهمش، ٢٠٠٢، ؛ ٢٠٠٦). وقد ينتج عن ذلك قصور واضح في تعلم المفاهيم العلمية، وبالتالي تشكل التصورات الخطأ لدى المتعلمين (حيدر، ١٩٩٩). ولكي يتم تصحيح التصورات الخطأ لدى المتعلمين حول كثير من المفاهيم العلمية، ويتمكنوا من اكتسابها بصورة وظيفية، فإن تعليم العلوم في المرحلة الأساسية يجب أن يتم باستخدام أساليب تدريس استقصائية تعتمد الأسلوب المحسوس كأساس للأنشطة التعليمية التعلميَّة (الدهمش، ٢٠٠٦).

وقد ارتكزت مداخل التدريس التقليدية على تلقين الطالب المعلومات، واهتمت بحفظه لها دون إتاحة الفرصة له لإعمال فكره. وعلى الرغم من أن هذه المداخل قد اهتمت أخيراً بالجانب العملي، فإنها مع ذلك قد اهتمت بوظيفته التأكيدية وليس الاكتشافية للمعرفة (Piaget, 1964)، حيث يرى مؤيدو هذا المدخل أن التجريب المعملي ليس سوى مجرد تدريب يتلقاه الطلاب على استخدام الأجهزة والأدوات، ومعرفة تركيب الجهاز وكيفية تشغيله بأخذ القراءات وتسجيلها والالتزام بخطوات العمل. وقد نتج عن ذلك أن مخرجات التعلم والتعليم لم تحقق الأهداف المرجوة منها. ولهذا السبب فقد تركز اهتمام التربويين حديثا في البحث عن مداخل جديدة للتدريس، تتخذ من الجانب العملي منطلقاً لاكتشاف المعرفة العلمية، فتسمح بذلك للمتعلم بإعمال الفكر، وتشجعه على النشاط البدني والعقلي في أثناء مواقف التعلم. ويُعد المدخل العملي الاستقصائي Inquiry Approach أحد المداخل الرئيسة التي تركز على تربية الطالب ليكون متعلماً نشطاً، يسعى لاستقصاء المفاهيم والمبادئ والقوانين والنظريات الخاصة بمحتوى العلوم التي يدرسها بنفسه. فالمدخل الاستقصائي يختلف عن مداخل التدريس المتّبعة حالياً في مدارسنا لتدريس المقررات المختلفة، حيث يكون الطالب وفق تلك المداخل سلبياً يتلقى المعلومات جاهزة عن طريق شرح المعلم أو قراءة الكتاب المدرسي، أو غير ذلك من الوسائل؛ بينما تقوم فكرة المدخل

الاستقصائي على أساس إتاحة الفرصة أمام الطلاب للتفكير والعمل المستقل، والحصول على المعرفة بأنفسهم، كما يأخذ الطلاب بسمات الموقف العلمي المتكامل الذي يضع الطالب في مواجهة إحدى المشكلات، ويكون عليه أن يعمل بنفسه لحلها (الدهمش، ٢٠٠٢ و ٢٠٠٦). فاستخدام الاستقصاء في تدريس العلوم يتيح الفرصة للمتعلم لممارسة مهارات عمليات العلم المختلفة. ويشير "أندرسن" (Anderson, 2002) إلى أن المعمل أو المختبر هو أساس العمل الاستقصائي، ويتم هذا باعتبار أن المعمل يقود تدريس العلوم ولا يعوقه فليس المعمل الآن مجرد مكان لتصوير وتجسيد ما يتعلمه الطالب، ولكنه أصبح مكاناً لرؤية الطبيعة بصورتها الخاصة. فالوظيفة الأساسية للعمل المخبري هي دفع عملية التدريس إلى الأمام، كما أنها تتيح الفرصة لتطبيق برامج الاستقصاء البسيطة والنموذجية، وفي الوقت نفسه تزود الطالب بالمعلومات المرتبطة بما يجب أن يفعله أو يتوقعه، ولكنه ونظراً لافتقار المدارس باليمن في الوقت الحالي إلى التجارب والمواد والتجهيزات المستوردة والمصنعة فإنه يمكن الاستعاضة عن ذلك بالتجارب والمواد والتجهيزات والأنشطة البديلة.

فعلى الرغم من تطوير مناهج العلوم في الجمهورية اليمنية والتي بنيت وفق منحى الأنشطة والتجارب العملية، إلا أننا نلاحظ تدنياً في استخدام الجانب العملي في مدارسنا؛ نظراً لوجود معوقات عدة تحول دون استخدام الجانب العملي في تدريس العلوم، مثل الضعف الشديد في البنى التحتية للمدارس والمعامل المدرسية، وازدحام الفصول الدراسية بالتلاميذ، وعدم تخصيص حصص كافية لتنفيذ الأنشطة العملية. ويرجع السبب في ذلك إلى ضعف الإمكانات الاقتصادية للبلد، والناجم عن الفساد المالي وسوء التخطيط وضعف الإدارة. ومن أجل تذليل تلك المعوقات كان لا بد من البحث عن بدائل جديدة للمعامل التقليدية والتجارب المستوردة وذلك بالاعتماد على البيئة المحلية والتي تحتوي على عدد غير محدود من الوسائل والأدوات والمواد اللازمة للتطبيقات العلمية، فهي مصدر غني جداً بالعديد من المواد والمركبات والأدوات والوسائل التعليمية اللازمة لتنفيذ الأنشطة والتجارب العملية للعلوم المدرسية. فالتجريب باستخدام خامات البيئة بشكل خاص يمكن أن يشكل نقلة نوعية في عملية تعلم العلوم من حيث قدرته على تحسين تعلم التلاميذ وتصحيح التصورات الخطأ لديهم؛ وذلك لسببين: الأول هو أن الدراسة العملية وخاصة الاكتشافية التي تعتمد على خامات البيئة قد تساعد كثيراً في إكساب التلاميذ خبرات مباشرة في تعلم العلوم، أما السبب الثاني فهو أن التعلم بالممارسة يجعل من التلميذ عنصراً نشطاً في عملية التعليم والتعلم، حيث يتفاعل مع أقرانه مما يؤدي إلى إكسابه تعلماً ذا معنى؛ فيؤثر ويتأثر بطريقة

إيجابية، (الدهمش، ٢٠٠٦ و زيتون، ١٩٩٦ و الديب، ١٩٧٨). وبناءً عليه، فالتجارب البديلة قليلة التكاليف قد تلعب دوراً مهماً ومميزاً سواء في تحصيل التلاميذ أو في تصحيح التصورات الخطأ لديهم، إضافة إلى أنها تساعد في إكسابهم المهارات والقدرات والميول والاتجاهات اللازمة لتكيفهم مع الحياة في المستقبل (القباطي، ١٩٩٩).

مشكلة الدراسة

كشفت العديد من الدراسات والبحوث والمصادر التربوية الحديثة (الدهمش، ٢٠٠٢ و الدهمش، ٢٠٠٦ و الفراص، ٢٠٠٩) عن وجود التصورات الخطأ لدى التلاميذ في مرحلة التعلمي الأساسي حول مفاهيم العلوم بشكل عام، ومفاهيم المادة وخصائصها وحالاتها مثل: عدم القدرة على التفريق بين التغيرات الفيزيائية والكيميائية، و الوزن والكتلة، وكمية الحرارة ودرجة الحرارة. و نظراً لأن الجانب التطبيقي في تعليم العلوم ذو أهمية كبرى في إكساب المفاهيم العلمية وتصحيح التصورات الخطأ لدى المتعلمين؛ فقد تم تطوير مناهج العلوم في اليمن بحيث تتضمن عدداً من الأنشطة والتجارب العملية ذات المنحى الاستقصائي في كل درس تقريباً. إلا أن الضعف الشديد في البنية التحتية للتعليم، وازدحام صفوف الدراسة، وعدم تخصيص حصص للعلوم تكفي لتنفيذ الأنشطة العملية، قد أدى إلى إحجام معلمي لعلوم عن التطبيق العملي ودفعهم إلى الاعتماد على المحاضرة كطريقة أساسية في التدريس. وهذا لا يعد مبرراً مقنعاً لترك التطبيق العملي، حيث إن البيئة غنية بالكثير من المصادر الأساسية للمواد والوسائل التعليمية البديلة وغير المكلفة في نفس الوقت، والتي ربما تفوق أثر التجارب والأدوات والوسائل المستوردة في تحسين عملية تعلم التلاميذ. وبناءً على ما سبق، تحاول الدراسة الحالية استقصاء أثر استخدام التجارب البديلة قليلة التكاليف والمعتمدة على خامات البيئة المحلية في تدريس لعلوم على تصحيح التصورات الخطأ لدى تلاميذ الصف السابع الأساسي.

أهداف الدراسة

تهدف الدراسة الحالية إلى تحقيق الآتي:

- التعرف على التصورات البديلة لمفاهيم المادة وخصائصها وحالاتها لدى تلاميذ الصف السابع الأساسي.
- التعرف على مدى انتشار التصورات البديلة لمفاهيم المادة وخصائصها وحالاتها لدى تلاميذ الصف السابع الأساسي ذكورا وإناثا.

• التعرف على مدى فاعلية التجارب والأنشطة البديلة في تحسين تعلم التلاميذ للمفاهيم العلمية.

أسئلة الدراسة

تهدف الدراسة إلى الإجابة عن السؤال الرئيس الآتي:

ما أثر تدريس مفاهيم المادة وخصائصها باستخدام التجارب البديلة قليلة التكاليف والمصنعة من خامات البيئة المحلية في تعديل التصورات البديلة حول بعض المفاهيم العلمية لدى تلاميذ الصف السابع بأمانة العاصمة؟

ويتفرع من هذا السؤال الرئيس، الأسئلة الفرعية الآتية:

١) ما التصورات البديلة لمفاهيم المادة وخصائصها وحالاتها المنتشرة لدى تلاميذ الصف السابع الأساسي؟

٢) ما مدى شيوع التصورات البديلة لمفاهيم المادة وخصائصها وحالاتها لدى تلاميذ الصف السابع الأساسي؟

٣) هل توجد فروق في فهم مفاهيم المادة وخصائصها وحالاتها لدى تلاميذ الصف السابع الأساسي تُعزى لاستخدام التجارب والأنشطة البديلة في تدريس العلوم؟

أهمية الدراسة

تكمن أهمية هذه الدراسة في أنها تعمل على تبصير المسؤولين عن التربية والتعليم وعن التربية العلمية على وجه الخصوص، ومن بينهم المدرسون بالتصورات البديلة والخطأ لمفاهيم العلوم وأساليب معالجتها ليتمكنوا من اتخاذ الإجراءات الفاعلة واستخدام الطرائق المناسبة لتصحيحها تبعاً لمصادرها، سواء الكتاب المدرسي أو المعلم أو وسائل الإعلام أو المجتمع المحيط بالمتعلم. كما تكمن أهميتها في إفادة الباحثين في مجال طرائق التدريس والمعلمين والموجهين ومصممي المناهج؛ من حيث إمكانية استخدام التجارب البديلة قليلة التكاليف، والتي تعتمد في تصميمها على البيئة المحلية كمصدر للمواد والأجهزة والأدوات المستخدمة في التجارب والأنشطة العلمية، في تصحيح التصورات البديلة لدى المتعلمين، والاستفادة من ذلك في تطوير مناهج العلوم، بحيث يتم تضمينها أو الإشارة إليها عند إعداد أو تطوير مناهج العلوم. وتكمن أهمية هذه الدراسة أيضاً في التأكيد على ضرورة تدريب المعلمين على تصميم التجارب البديلة قليلة التكاليف من خامات البيئة، واستخدامها في

تدريس مقررات العلوم، وخاصة في المرحلة الأساسية.

محددات الدراسة

• اقتصرت هذه الدراسة على تلاميذ الصف السابع في مدرسة الفاروق بأمانة العاصمة للجمهورية اليمنية في الفصل الأول للعام الدراسي ٢٠٠٩-٢٠١٠م. كما اقتصرت على مفاهيم المادة وخصائصها المتضمنة في بعض وحدات كتاب العلوم للصف السابع طبعة عام ٢٠٠٩م، و اقتصرت هذه الدراسة أيضاً على دراسة أثر استخدام التجارب البديلة قليلة التكاليف في تعديل التصورات البديلة حول المفاهيم ذات العلاقة بالمادة وخصائصها وحالاتها مقارنة بالطريقة التقليدية.

• تم تجريب هذه الدراسة في مدرسة واحدة وهي التي تعاونت مع الباحث بشكل تام، كما أنه تم استخدام المنهج شبه التجريبي الذي ربما لم يتحقق منه التوزيع العشوائي للأفراد، الأمر الذي قد يؤثر على مشروعية التعميم، وبالتالي فإن مزيداً من الدراسات حول الموضوع نفسه في مناطق وبيئات أخرى مطلوبة كي نتمكن من التعميم وبالتالي الحكم على جدوى مثل هذه الطريقة في تصحيح التصورات البديلة.

مصطلحات الدراسة

أورد الباحث عددا من التعريفات للمصطلحات الخاصة بهذه الدراسة، ومنها:

التصورات البديلة: أورد لهذا المصطلح، أو للمصطلحات المشابهة، كالفهم الخطأ والفهم الساذج وغيرها عدداً من التعريفات. ومن تلك التعريفات: تعريف الدهمش (٢٠٠٠) حيث عرف التصورات البديلة على أنها الاعتقادات التي يحملها المتعلمون وتختلف عن الفهم العلمي الصحيح للمفهوم العلمي. وتعريف (حسن، ١٩٩٣، خطايبة، والخليل ٢٠٠١)، والذي ذكر بأنها "تصورات لها معنى عند الطلاب يخالف المعنى العلمي الذي يقبله المتخصصون في المجال". وتعريف زيتون (١٩٩٨) والذي يشير إلى أن التصورات الخطأ عبارة عن "أفكار الطلبة التي تظهر بعد دراستهم لمقررات العلوم المدرسية والتي تخالف التفسيرات العلمية للمفاهيم والظواهر الطبيعية المقبولة من قبل المجتمع العلمي أو العلماء، والتي تتناسب مع المستوى العقلي لتلاميذ تلك المرحلة". أما بلوسر (Boo, 2004; Blosser, 1987)، فقد عرفها التصورات البديلة بأنها "التعبيرات التي تشير إلى وجود فكرة خاطئة لنموذج أو نظرية أو مفهوم واستيعابها بشكل خاطئ". وعرف العطار، و فودة (١٩٩٩) التصورات الخطأ بأنها

"المعلومات أو المعارف الموجودة لدى الطالب في بنيته المعرفية بعد تلقيه تعليماً مقصوداً لا تتفق أو تختلف مع المعرفة العملية المقبولة، وتجعله غير قادر على شرح واستقصاء الظاهرة العملية بطريقة مقبولة". وذكر شامبر و أندري (Chambers & Andre) المشار إليهما في شهاب و الجندي، ١٩٩٩) تعريفاً للتصورات الخطأ بأنها "ما لدى الطالب من تصورات ومعارف وأفكار في بنيته المعرفية عن بعض المفاهيم والظواهر الطبيعية ولا تتفق مع التفسيرات العملية الصحيحة ولا تمكنه من الشرح واستقصاء الظاهرة العلمية بطريقة مقبولة". أما الخليلي وآخرون (١٩٩٦) فعرف الفهم الخطأ بأنه:" الفهم الذي لا يتسق مع ما اتفق عليه العلماء". وعرفه عطا الله (٢٠٠٢) بأنه: الأفكار التي يكونها المتعلمون عن الظواهر الطبيعية، وتعكس مدركات التلاميذ وتفسيراتهم الشخصية للظاهرة، وتتميز هذه الأفكار المشوشة بأنها مستقرة لديهم. وبالنسبة لسانجر وجرينبو (Sanger & Greenbowe, 2000) فيعرفا الفهم الخطأ على أنه: "مفاهيم ومعلومات المتعلم الافتراضية التي لا تنسجم أو التي تتعارض مع الإجماع العلمي الشائع ولا تعطي تفسيراً كافياً للظواهر العلمية المشاهدة". كما عرفه القادري (المشار إليه في: صبار يني، والخطيب، ١٩٩٤، ص ١٧) بأنه: "الفهم الذي يحمل صياغة معتقدات غير مطابقة لوجهة النظر العلمية السليمة". ويعرف الدهمش التصورات الخطأ: بأنه "الفهم الذي يحمله التلاميذ للمفاهيم والقواعد والمبادئ والنظريات العلمية بصورة لا تتفق مع فهم العلماء".

التجارب البديلة: عرف الخليلي وآخرون (١٩٩٥، ص١٧٢) التجارب البديلة بأنها: "مجموعة الأجهزة التي يمكن تصنيعها من المواد الخام المتوفرة في البيئة المحلية وبقايا الأجهزة المستخدمة، وذلك بإجراء بعض التعديلات عليها أو بأخذ بعض أجزائها وتكييفها لخدمة الأهداف التعليمية المنشودة". وعرفها الحسون (١٩٨٢، ص٨١) بأنها: "مجموعة الأجهزة والأدوات التي يمكن الحصول عليها عادةً من مخلفات المواد التي تتوافر في البيئة مثل: المصابيح الكهربائية، والمحاقن الطبية، وعلب الصفيح الفارغة، والأسلاك المعدنية".

أما الباحث فيعرف التجارب والأنشطة البديلة إجرائيا بأنها "التجارب التي تم إعدادها وتركيبها وتنفيذها في هذه الدراسة باستخدام المواد والأدوات المتوفرة في البيئة المحلية للتلاميذ، سواء كانت موجودة في البيئة الطبيعية كالزهور النباتية الطبيعية وأوراق النباتات والأخشاب والعصائر، أو موجودة على شكل مواد أو مخلفات نظيفة كالأسلاك والبطاريات والشمع والأواني المعدنية وغيرها".

منهجية الدراسة وإجراءاتها:

منهج الدراسة

هدفت هذه الدراسة إلى معرفة أثر التجارب البديلة (المتغير المستقل) على التصورات البديلة (المتغير التابع). وقد اتبع الباحث المنهج شبه التجريبي (Quasi-Experimental Design) الذي يعتمد على تصميم المجموعة الضابطة غير المتكافئة (Non Equivalent Control Group Design) ، حيث لم يتحقق التوزيع العشوائي للأفراد داخل المجموعات (Random Assignment). ولذلك فأنسب التصميمات لهذه الدراسة هو التصميم شبه التجريبي الذي يوفر ضبطاً مناسباً لمهددات الصدق الداخلي والصدق الخارجي (Gay & Airasian, 2000; 2003). وفي هذا التصميم يطبق اختبار قبلي على المجموعتين، ثم تعرضان للمعالجة، ثم يطبق الاختبار البعدي، وهذا ما تم اتباعه فعلا في هذه الدراسة.

مجتمع الدراسة وعينتها

تم اختيار المدرسة التي طبق فيها البحث بالطريقة القصدية، كون المدرسة قريبة من سكن الباحث، كما أن إدارتها أبدت تعاونا في تطبيق التجربة، واختيرت عينة البحث بالطريقة العشوائية من بين تلاميذ الصف السابع الأساسي، وذلك من خلال اختيار شعبتين عشوائياً من بين عدة شعب، مثلت إحداهما المجموعة التجريبية (٢٩ تلميذاً)، و مثلت الأخرى المجموعة الضابطة (٢٧ تلميذاً).

و قام الباحث بعد ذلك بتصميم التجارب والأنشطة المتضمنة في الوحدات الدراسية موضع البحث باستخدام المواد والأدوات والأجهزة البديلة قليلة التكاليف والمتوفرة في البيئة المحلية، ومنها: الميزان ذو الكفتين- مقياس الكثافة (قلم رصاص مع مساحة في نهايته ودبوس معدني) - كتل من الحجارة (كيلو ونصف كيلو وربع كيلو) - شمع - أسلاك كهربا - قواعد خشبية - بالونات - إبريق شاي - لوح زجاج - زهور طبيعية - خميرة الكيك - عصير ليمون- محلول الصابون- ورق طباعة. تلا ذلك تحكيمها من خلال عرضها على متخصصين في الجانب العملي لتدريس العلوم، ومختصين في مناهج العلوم، وذلك للتأكد من سلامة التصميم للتجارب ومن خلوها من الأخطاء العلمية ومناسبتها لتصحيح التصورات البديلة والخطأ لدى التلاميذ.

أداة الدراسة

استخدم في هذه الدراسة اختبار لتشخيص التصورات البديلة يتكون من ٢١ فقرة من

إعداد الباحث، ويتضمن جزأين: الأول مغلق من نوع الاختيار من متعدد، كل فقرة تشمل أربعة بدائل، يمثل أحدها الفهم العلمي السليم للمفهوم، والأخرى تعتبر تصورات بديلة. أما الجزء الثاني فهو من النوع المفتوح، حيث يطلب من التلاميذ أن يفسروا اختيارهم للبديل الذي يرونه مناسبا في كل فقرة من فقرات الاختبار. ويهدف الاختبار إلى تشخيص التصورات البديلة الموجودة لدى تلاميذ الصف السابع الأساسي ومدى اكتسابهم الفهم العلمي السليم لمفاهيم المادة وخصائصها وحالاتها. كما يهدف إلى تحديد فعالية استخدام التجارب البديلة في تعديل التصورات البديلة لدى المتعلمين لمفاهيم المادة وخصائصها، وبالتالي المفاهيم العلمية المشابهة.

وقد تم تحديد المحتوى العلمي للوحدات المستهدفة في كتاب العلوم للصف السابع (الجزء الأول)، وهي (تركيب المادة – المواد من حولنا – المواد النقية وغير النقية – خواص الأجسام وقياساتها – الحرارة). وركزت التجارب على المفاهيم العامة الآتية: تركيب المادة – العناصر والمخلوطات والمركبات – تحولات المادة – الكثافة والكتلة والحجم – الوزن – الحرارة. وقام الباحث بتحليل المحتوى بغرض استخراج المفاهيم العلمية من الوحدات المستهدفة في كتاب العلوم للصف السابع. وتم بعد ذلك إعداد فقرات الاختبار، حيث تمت صياغة (٣٠) سؤالاً من نوع الاختيار من متعدد ذي الأربع بدائل، مع توفر مساحة لكتابة السبب من وراء اختيار أية إجابة، وكل الفقرات متعلقة بقياس فهم المفاهيم قيد الدراسة والتصورات البديلة لها.

وبعد ذلك تم اختبار الصدق الظاهري للاختبار بعرضه على عدد من المتخصصين في مناهج العلوم وطرائق تدريسها، و في مواد العلوم بكلية العلوم، و في القياس والتقويم. وتم تصويب الاختبار في ضوء آراء المحكمين وإخراجه بصورته الأولية. وتم حذف وتعديل بعض الأسئلة بناءً على آراء لجنة المحكمين واختبارات الصدق والثبات ليصير عدد فقرات الاختبار ٢١ فقرة.

وبعد الانتهاء من إيجاد الصدق الظاهري للاختبار قام الباحث بتجريبه على عينة استطلاعية؛ بغرض قياس الخصائص السيكومترية له، حيث تم التعرف على معاملات السهولة والصعوبة والتمييز في ضوء هذه الخصائص قبول الفقرات أو رفضها، وذلك باتباع الخطوات الآتية:

أولاً: إيجاد معاملات السهولة: لإيجاد معامل السهولة تم إيجاد مجموع درجات المجموعة العليا ودرجات المجموعة الدنيا لكل فقرة بالقانون التالي (العجيلي، ٢٠٠٤، ص ٦٤):

$$\text{معامل السهولة} = \frac{\text{عدد الإجابات الصحيحة للفقرة}}{\text{عدد المفحوصين}}$$

ثانياً: إيجاد معامل التمييز: ولكي يتحقق الباحث من قدرة فقرات الاختبار على تمييز التلاميذ المتفوقين من التلاميذ غير المتفوقين تم تقسيم التلاميذ إلى مجموعتين، الأولى تشمل الـ ٥٠٪ الحاصلين على أعلى درجة، والثانية تشمل الـ٥٠٪ من التلاميذ الحاصلين على أدنى الدرجات في العينة الاستطلاعية، وقد تم حساب معامل التمييز من خلال المعادلة الآتية (العجيلي، ٢٠٠٩، ص ٦٥):

$$\text{معامل التمييز} = \frac{\text{ص ع} - \text{ص د}}{\text{٠,٥ عدد المفحوصين}}$$

حيث:-

ص ع = عدد الأفراد الذين أجابوا إجابة صحيحة من الفئة العليا.

ص د = عدد الأفراد الذين أجابوا إجابة صحيحة من الفئة الدنيا.

والجدول رقم (٢) يوضح معاملات السهولة والتمييز لفقرات الاختبار.

الجدول رقم (١)
معاملات السهولة والتمييز لفقرات الاختبار

رقم الفقرة	معامل السهولة	معامل التمييز
١	٠,٤٥	٠,٢٤
٢	٠,٢٩	٠,١٩
٣	٠,٤٨	٠,١٩
٤	٠,١٧	٠,٠٥
٥	٠,٢٦	٠,٠٥
٦	٠,٤٣	٠,١٩
٧	٠,٣٨	٠,١
٨	٠,٣٦	٠,٤٣
٩	٠,٤٣	٠,٦٧
١٠	٠,٤٨	٠,٤٨
١١	٠,٢١	٠,٠٥
١٢	٠,٥	٠,٢٤
١٣	٠,٥٢	٠,١٩
١٤	٠,٢٦	٠,٢٤
١٥	٠,٢١	٠,٠٥
١٦	٠,٢٦	٠,١٤

تابع الجدول رقم (١)

رقم الفقرة	معامل السهولة	معامل التمييز
١٧	٠,٢١	٠,٢٤
١٨	٠,٢١	٠,٢٤
١٩	٠,٢١	٠,٢٤
٢٠	٠,٦	٠,٠٥

و من خلال الجدول رقم (١) يتضح أن غالبية قيم معاملات السهولة و التمييز مناسبة لدرجة تمكننا من اعتماد فقرات هذا الاختبار في قياس فهم التلاميذ في الصف السابع الأساسي للمفاهيم العلمية إضافة إلى الكشف عن التصورات البديلة لديهم حول المفاهيم المستهدفة في هذا البحث.

وقد تم اتباع القواعد الآتية في تصحيح الاختبار:

· تخصيص درجة واحدة عند اختيار التلميذ للبديل الصحيح من بين البدائل المعطاة لكل فقرة.

· تخصيص درجتين عند اختيار البديل الصحيح وكتابة التعليل الصحيح لكل فقرة.

· تخصيص درجة واحدة عند كتابة التعليل الصحيح لكل فقرة واختيار البديل غير المناسب.

· تخصيص صفر عند اختياره بديلاً خاطئاً أو عند تركه الإجابة عن الفقرة.

وبذلك تصبح الدرجة النهائية للاختبار (٤٠) درجة. وبعد ذلك تم الاتفاق على قسمة الدرجة الكلية على (٢) لتصير مجموع الدرجات (٢٠) درجة لتتناسب مع عدد فقرات الاختبار والبالغ (٢٠) فقرة. مع العلم بأنه قد تم جمع نتائج كل موضوع (مفهوم عام) على حدة حسب عدد الأسئلة التي تمثله كما يتضح من الجدول رقم (٢). وفي ضوء نتائج التجربة الاستطلاعية، تم إخراج الاختبار بصورته النهائية بحيث تكون من ٢٠ فقرة لكل فقرة درجة.

الجدول رقم (٢)
توزيع فقرات الاختبار على المفاهيم التي شملتها الدراسة

م	المفهوم	رقم السؤال	عدد الأسئلة	النسبة المئوية
١	تركيب المادة	١، ٢، ٣، ٥	٥	٢٣,٨١
٢	العنصر والمركب والمخلوط	٦، ٧، ٨	٣	١٤,٢٩
٣	تحولات المادة	٩، ١٠، ١١	٣	١٤,٢٩
٤	الكثافة والكتلة والحجم	١٢،١٣،١٤ ١٥ ١٦، ١٧	٦	٢٨,٥٧
٥	الوزن	١٨،١٩	٢	٩,٥٢
٦	الحرارة	٢٠، ٢١	٢	٩,٥٢
الإجمالي			٢١	١٠٠

ثبات الاختبار

وللتأكد من ثبات الاختبار تم تطبيقه على عينة استطلاعية، وتم قياس ثباته باستخدام معاملات "الفاكرونباخ Cronbach Alpha"، ويتضمن الجدول (٣) معاملات الارتباط ومعاملات الثبات للاختبار حسب المحاور وللاختبار ككل.

الجدول رقم (٣)

معاملات الارتباط ومعاملات الثبات للاختبار حسب المحاور وللاختبار ككل

المحور	معامل الارتباط	مستوى الدلالة	معامل الثبات
تركيب المادة	٠,٧٥٠	٠,٠٠٠	٠,٨٦
العنصر والمركب والمخلوط	٠,٦٦٤	٠,٠٠٠	٠,٨٠
تحولات المادة	٠,٦٥٠	٠,٠٠٠	٠,٧٩
الكثافة والكتلة والحجم	٠,٥٩١	٠,٠٠٠	٠,٧٤
الوزن	٠,٦٠٨	٠,٠٠٠	٠,٧٦
الحرارة	٠,٦٤٦	٠,٠٠٠	٠,٧٨
جميع المحاور	٠,٩٤١	٠,٠٠٠	٠,٩٧

ويتضح من الجدول رقم (٣) أن كلا من معاملات الثبات والارتباط لأداة الدراسة عالية لدرجة تمكننا من الاعتماد عليها في تعميم نتائج هذه الدراسة وتمكننا أيضا من استخدامها في دراسات لاحقة لقياس التصورات البديلة لدى الطلبة في بيئات أخرى.

وبعد ذلك تم تطبيق الاختبار قبلياً على مجموعتي الدراسة، ومن ثم مقارنة متوسطات الدرجات للتأكد من تكافؤهما، حيث بلغ متوسط المجموعة التجريبية (٨,١٠) ومتوسط المجموعة الضابطة (٨,٣٣)، وبإجراء الاختبار التائي (t-Test) لم تظهر فروق ذات دلالة إحصائية؛ مما يدل على تكافؤ المجموعتين في الاختبار القبلي وفهم المفاهيم موضوع الدراسة.

و يشمل الجدول رقم (٤) نتائج اختبار "ت" لمجموعتين مستقلتين للفروق بين مجموعتي الدراسة في التطبيق القبلي لاختبار التصورات البديلة في المفاهيم العلمية قيد الدراسة. والجدير بالذكر أن هذه المفاهيم قد تعرض لها التلاميذ في مراحل دراستهم السابقة ولكن بصورة أقل توسعا، مما يعطي الاختبار القبلي لهذه المفاهيم شرعية تمكننا من الحكم على وجود التصورات لدى التلاميذ قبل بدء التدخل التجريبي.

الجدول رقم (٤)
قيم اختبار "ت" لمعرفة دلالة الفروق بين مجموعتي الدراسة في التطبيق القبلي لاختبار التصورات البديلة في مفاهيم المادة وخصائصها وحالاتها

المفهوم	المجموعة	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	"ت"	مستوى الدلالة	دلالة الفروق
تركيب المادة	الضابطة	٢٧	١,٩٣	٠,٩٩٧	١,٠٤٨	٠,٢٩٩	غير دال
	التجريبية	٢٩	١,٦٦	٠,٩٣٦			
العنصر والمركب والمخلوط	الضابطة	٢٧	١,٠٧	٠,٥٥٠	٠,٠٤٨	٠,٨١٢	غير دال
	التجريبية	٢٩	١,٠٣	٠,٦٨٠			
تحولات المادة	الضابطة	٢٧	١,١١	٠,٦٩٨	٠,٣٧٤	٠,٧١٠	غير دال
	التجريبية	٢٩	١,٠٣	٠,٨٢٣			
الكثافة والكتلة والحجم	الضابطة	٢٧	٢,٦٣	٢,٠٩٧	٠,٢٦٧	٠,٧٩٠	غير دال
	التجريبية	٢٩	٢,٥٢	٠,٨٢٩			
الوزن	الضابطة	٢٧	٠,٩٣	٠,٥٥٠	٠,٧٢٢	٠,٤٧٣	غير دال
	التجريبية	٢٩	٠,٨٣	٠,٤٦٨			
الحرارة	الضابطة	٢٧	٠,٦٧	٠,٦٢٠	٢,٠٢٣-	٠,٠٤٨	غير دال
	التجريبية	٢٩	١,٠٣	٠,٧٣١			
الإجمالي	الضابطة	٢٧	٨,٣٣	٢,١٦٦	٠,٤٦٢	٠,٦٤٦	غير دال
	التجريبية	٢٩	٨,١٠	١,٥٢٠			

يتضح من الجدول رقم (٤) عدم دلالة الفروق في التصورات الخطأ بين المجموعتين التجريبية والضابطة، وبهذا فإنهما تعتبران متكافئتين تقريباً في الاختبار القبلي للتصورات الخطأ وفهم المفاهيم العلمية موضع الدراسة.

الأساليب الإحصائية

طبقا لطبيعة العينة المستهدفة في هذه الدراسة فقد تم استخدام المتوسطات والانحرافات المعيارية والنسب المئوية، كما تم استخدام اختبار "ت" لاختبار الفروق في التصورات البديلة بين عينتين مستقلتين.

نتائج الدراسة

بعد تطبيق الاختبار الخاص بالتصورات البديلة قبلياً على مجموعتي الدراسة المتكافئتين تم تنفيذ التدخل التجريبي، والمتمثل في تدرس المجموعة التجريبية باستخدام التجارب والأنشطة البديلة المصممة من خامات البيئة المحلية، وتم بعد ذلك تطبيق الاختبار عليهما

بعديا. ويتضمن هذا الفصل عرضاً لنتائج التحليل الإحصائي للبيانات الخاصة بنتائج التطبيق البعدي للاختبار. وقد تم ترتيب النتائج وفقاً لأسئلة الدراسة وفرضياتها، كما يتضمن هذا الفصل أيضاً عرضاً لمناقشة نتائج الدراسة وتفسيرها؛ حيث تم عرض المناقشات والتفسيرات الخاصة بكل سؤال وكل فرضية عقب الانتهاء من عرض النتائج. وفيما يأتي عرض لمحتويات هذا المحور:

أولا: النتائج المتعلقة بالسؤال الأول

نص هذا السؤال على: ما التصورات البديلة لمفاهيم المادة وخصائصها وحالاتها لدى تلاميذ الصف السابع الأساسي؟.

للإجابة عن هذا السؤال؛ تم تطبيق اختبار تشخيص التصورات البديلة لمفاهيم المادة وخصائصها على عينة الدراسة المكونة من تلاميذ الصف السابع الأساسي. ويحوي الجدول رقم (٥) نماذج من التصورات البديلة والخطأ التي استخلصت من إجاباتهم على الشقين الأول (المغلق) والثاني (المفتوح) والمتعلق بذكر سبب اختيارهم لما يعتقدون أنها الإجابة الصحيحة لكل فقرة في الاختبار.

الجدول رقم (٥)
التصورات الخطأ والبديلة لمفاهيم المادة وخصائصها وحالاتها لدى التلاميذ

الموضوع	المفهوم	وصف التصورات الخطأ أو البديلة لكل موضوع وكل مفهوم
تركيب المادة	الذرة	الذرة ليست أصغر جزء في المادة (فأصغر وحدة بنائية في مادة النحاس هي الجزيء).
		ذرة الكربون ترى بالعين المجردة (هذا تصور بديل وقد يكون مصدره المجتمع، حيث يقال لحفنة من التراب أو الملح في اليمن "ذرّة" بكسر الراء.)
	المركب	جزيء المركب يتكون من ذرتين متشابهتين (وهذ يشير إلى اعتقاد لدى الطلبة مفاده أن وحدات بناء العنصر مثل العناصر الغازية مثل (N_2 ,H_2 ,Br_2 ,I_2 ,O_2,) هي نفس وحدات بناء المركبات مثل (NH_3 ,HCl ,H_2O).
	الجزيء	الجزيء أصغر من الذرة (في الكتاب: الجزيء أصغر وحدة بنائية في المادة).
		نسب ذرات العناصر في الجزيء متساوية دائماً (عدد ذرات الهيدروجين في جزيء الماء = عدد ذرات الأوكسجين).
	العنصر	وحدات بناء العناصر هي الجزيئات (فمثلا يفيد الطلاب أن جزيئات الجديد منتظمة" يظن أن العنصر يتكون من جزيئات).
	المخلوط	كل ما يصلح للاستهلاك مادة نقية دون اعتبار أي منها مخلوط (فشراب الببسي كولا مثلا مركب، ومادة نقية).
		المخلوط هو مركب (فالعسل مثلاً مركب، وذلك لأن المعالجين الشعبيين يسمون المخلوط مركب).

تابع الجدول رقم (٥)

الموضوع	المفهوم	وصف التصورات الخطأ أو البديلة لكل موضوع وكل مفهوم
تركيب المادة	المادة	الغازات ليست مواد (مثلاً ثاني أكسيد الكربون ليس له حجم، لوجود نص في الكتاب يشير إلى أن المواد يجب أن ترى بالعين المجردة. والماء عند ما يتبخر ينتهي من الوجود (بخار الماء لا يعتبر مادة في نظره)..
		الغازات ليست مواد لأنه يظن أن ليس لها كتل (غاز الأوكسجين ليس له حجم أو كتلة، لأنه لا يرى بالعين المجردة).
تحولات المادة	التغير الفيزيائي والكيميائي	التغير في حالة المادة هو تغير فيزيائي عندما يكون مرئيا، وما عداه فهو تغير كيميائي (فمثلا، انصهار الشمع تغير فيزيائي وتبخر الماء تغير كيميائي، لأن الماء يختفي نتيجة للتبخر).
الكثافة والكتلة والحجم	الكثافة	كثافة المادة لا تتأثر بتحولاتها (مثلاً كثافة الماء السائل = كثافة الثلج).
		كثافة المادة ترتبط دائما بعلاقة طردية مع حجمها (مثلا كثافة اللبن = حاصل قسمة حجمه على كتلته).
		كثافة المادة الصلبة أكبر في كل الحالات من كثافة المادة السائلة (فمثلا كثافة الثلج أكبر من كثافة الماء).
الوزن	الوزن	الوزن و الكتلة، شيئًا واحدًا (الميزان الزمبركي يستخدم لقياس الكتلة ولا يتأثر بالجاذبية).
		وحدات قياس من الوزن هي نفس وحدات قياس الكتلة (الجرام هو وحدة قياس الوزن والكتلة) .
الحرارة	التوصيل للحرارة	المعادن لا توصل الحرارة (يفضل استخدام ملعقة من الحديد لتقليب الطعام أثناء الطهي، لأنها لا توصل الحرارة).
	التمدد والانكماش	المواد الفلزية لا تتمدد بالحرارة أو تنكمش بالبرودة (شكل أسلاك الكهرباء في الشتاء هو نفسه في الصيف، لأنها لا تتأثر بحرارة الصيف أو برودة الشتاء) .
	الاحتراق	المواد اللافلزية تنكمش بالحرارة (لأنه يلاحظ دائما أن اوراق الطباعة مثلاً تنكمش عندما تحترق)، أي ان لديه ايضاً خلط في الفهم بين اكتساب الحرارة وبين الاحتراق. وربما عكس هذا التصور على تمدد وانكماش المعادن، فيظن أن الفلزات تنكمش بالحرارة.

من خلال الجدول رقم (٥) يتضح وجود العديد من التصورات الخطأ والبديلة لدى الطلبة في الصف السابع الأساسي حول المفاهيم المتعلقة بمواضيع تركيب الماد، العناصر والمخلوطات والمركبات، تحولات المادة، الكثافة والكتلة والحجم، الوزن، والحرارة. ومن أمثلة التصورات الخطأ والبديلة التي يحملها التلاميذ حول مفهوم تركيب المادة:

اعتبار أن الجزيء أصغر من الذرة، لأنه يظن أن الجزيء (وليس الذرة) هو أصغر جزء في المادة. ومصدر هذا التصور البديل قد يكون الكتاب المدرسي، لأن هناك نصاً في الكتاب مفاده أن الجزيء هو أصغر وحدة بنائية في المادة. وهنا لم يحدد الكتاب أي نوع من المواد هل المركبات أم العناصر، بل حمل ذلك النص على الإطلاق لكل المواد.

ومن بين التصورات البديلة حول مفاهيم تركيب المادة اعتقاد التلاميذ أن الهواء وكذلك الغازات ليست مواد، وقد يرجع مصدر هذا التصور إلى البيئة المحيطة بالتلميذ أو إلى

الكلمات والتعبيرات المتداولة في المجتمع الذي يعيش فيه التلاميذ. ومن أمثلة تلك التعبيرات، "احضر لي كأساً فارغا" وهذا قد يدل على أن الهواء الذي يملأ الكاس ويحيط بنا ليس مادة.

أما فيما يتعلق بمفاهيم العنصر والمركب والمخلوط، فقد لوحظ الآتي:

وجود خلط لدى التلاميذ بين مفهوم المركب ومفهوم المخلوط. فعند سؤال التلاميذ عن الشاي مثلا هل هو مركب أم مخلوط كان الجواب أنه مركب، وهذا الاعتقاد قد يرجع إلى المعالجين الشعبيين، والذين دائما ما يطلقون على منتجات الطب الشعبي أو المستحضرات، مثل محلول العنبر ومحلول غذاء الملكات وغيرها، بأنها مركبات، وهي في الغالب مخاليط.

وفيما يتعلق بمفهوم تحولات المادة، فقد تبين وجود عدد من التصورات الخطأ والبديلة لدى التلاميذ، ومنها اعتقادهم بأن التغيرات الفيزيائية تنحصر في تحولات المادة من حالة إلى أخرى، وما عدا ذلك فهو تغير كيميائي. ومن الأمثل الدالة على ذلك اعتقاد التلاميذ بأن كسر الزجاج تغير كيميائي.

وهناك تصورات بديلة وخطأ لدى التلاميذ حول مفاهيم الكثافة والحجم والكتلة، فالتلميذ مثلاً يعتقد بأن كثافة أي مادة تزيد بزيادة حجمها.

وبالنسبة لمفهوم الحرارة، فقد وجد من خلال إجابات التلاميذ عن الجزء المفتوح من الأسئلة (ذكر السبب) أنهم يحملون اعتقاداً مفاده أن كل المواد تنكمش بالحرارة، ويعللون ذلك بما يحدث للورق أو الخشب عن احتراقها، وهم بذلك يخلطون بين الاحتراق (التغير الكيميائي) وبين اكتساب المواد للحرارة من خلال التسخين المباشر أو التعرض لحرارة أشعة الشمس والذي يؤدي إلى تغير في حالتها (وهو من أنواع التغير الفيزيائي).

وقد يرجع وجود مثل هذه التصورات ومقاومتها للتغيير إلى ضعف ممارسات التلاميذ للأنشطة العلمية العملية. ومثل هذه التصورات ينبغي الانتباه لها والعمل على معالجتها باستخدام شتى الأساليب والطرائق، ومنها استخدام التجارب والأنشطة العلمية العملية، وفي حال الحيلولة دون توفر مثل تلك المواد والتجهيزات اللازمة للتجارب العملية ينبغي استخدام المواد و التجهيزات العلمية التعليمية البديلة.

ثانياً: النتائج المتعلقة بالسؤال الثاني

نص هذا السؤال على: ما مدى شيوع التصورات البديلة لمفاهيم المادة وخصائصها لدى تلاميذ الصف السابع الأساسي على مستوى البعدي؟.

أحصيت هذه التصورات البديلة وحسبت تكراراتها، ونسبها المئوية، لدى التلاميذ في

كل من المجموعتين الضابطة والتجريبية وذلك في ضوء نتائج إجاباتهم على التطبيقين البعدي لاختبار التصورات البديلة، حيث تم حساب النسب للذين أجابوا إجابات خاطئة، سواء باختيارهم للبديل غير الصحيح، أو بإعطاء تبريرات خاطئة لاختياراتهم للبدائل الخاصة بكل فقرة، ويشمل الجدول (٦) النسب المئوية للتصورات البديلة لدى مجموعتي الدراسة في القياس البعدي

الجدول رقم (٦)
النسب المئوية للتصورات البديلة لدى مجموعتي الدراسة على مستوى كل من المفاهيم التي شملتها الدراسة في القياس البعدي

المفهوم	عدد الأسئلة	المجموعة	النسبة الئوية
تركيب المادة	٥	التجريبية	٥٤
		الضابطة	٤٩
العنصر والمركب والمخلوط	٣	التجريبية	٥٤
		الضابطة	٤٧
تحولات المادة	٣	التجريبية	٣٧
		الضابطة	٦٣
الكثافة والكتلة والحجم	٦	التجريبية	٣٤
		الضابطة	٦٦
الوزن	٢	التجريبية	٢٨
		الضابطة	٧٢
الحرارة	٢	التجريبية	٤٠
		الضابطة	٦٠
المجموع	٢١	التجريبية	٥٩
		الضابطة	٤١

من خلال الجدول رقم (٦) يتبين أن نسبة شيوع التصورات البديلة الشائعة بين تلاميذ الصف السابع الأساسي في وحدة المادة وخصائصها متفاوتة بين التلاميذ في كل من المجموعتين الضابطة والتجريبية، حيث بلغت لدى أفراد المجموعة التجريبية، والتي درست باستخدام التجارب البديلة أعلى في كل من المفاهيم المتعلقة بتركيب الذرة، (٥٤٪) والعنصر والمركب والمخلوط (٥٤٪)، وهي أعلى مقارنة بنسب التصورات الخطأ لدى المجموعة الضابطة التي درست بالطريقة التقليدية (٤٦٪ و ٤٦٪). وبالنسبة للمفاهيم المتعلقة بالموضوعات الأخرى وهي:- تحولات المادة، والكثافة والكتلة والحجم، و الوزن، والحرارة، فقد بلغت نسب شيوع التصورات البديلة لدى المجموعة التجريبية أقل، حيث جاءت على النحو الآتي:- (٣٧٪) لمفاهيم تحولات المادة و (٣٤٪) مفاهيم الكثافة والكتلة والحجم و(٢٨٪) لمفاهيم الوزن و(٤٠٪)

لمفاهيم الحرارة) مقارنة بالمجموعة الضابطة، حيث بلغت نسب التصورات الخطأ لديها في نفس المفاهيم (٦٣٪ و٦٦٪ و٧٢٪ و ٦٠٪) على التوالي. وعلى مستوى المفاهيم ككل، فقد بلغت نسبة شيوع التصورات البديلة لدى المجموعة التجريبية (٤١٪) وهي أقل من نسبة شيوع التصورات البديلة لدى المجموعة الضابطة (٥٩٪). وهذا يدل على فاعلية استخدام طريقة التجارب البديلة في إكساب الفهم العلمي السليم للتلاميذ في الصف السابع الأساسي، أي أن الطريقة السائدة لا تساعد التلاميذ على اكتساب الفهم العلمي السليم للمفاهيم العلمية، وخاصة في ظل ضعف قدرة الدولة على توفير المعامل والتجارب والمواد والتجهيزات المستوردة.

ثالثاً: الإجابة عن السؤال الثالث

نص هذا السؤال على: هل توجد فروق ذات دلالة إحصائية في فهم المفاهيم العلمية بين متوسطات درجات المجموعتين الضابطة والتجريبية حسب درجات التطبيق البعدي؟.

وللإجابة عن هذا السؤال فقد تم حساب المتوسطات والنسب المئوية والانحرافات المعيارية لاختيارات وتبريرات التلاميذ الصحيحة، وإجراء اختبار "ت" لتلك الفروق. و الجدول رقم (٧) يتضمن المتوسطات والانحرافات المعيارية وكذا اختبار ت للفروق بين المجموعتين التجريبية والضابطة في إجابات التلاميذ الصحيحة على الاختبار البعدي للتصورات البديلة.

الجدول رقم (٧)

قيم اختبار "ت" للفروق بين المجموعتين التجريبية والضابطة في التطبيق البعدي لاختبار التصورات البديلة في المفاهيم المتعلقة بالمادة وخصائصها وحالاتها

المفهوم	المجموعة	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	"ت"	مستوى الدلالة	دلالة الفروق
تركيب المادة	الضابطة	٢٧	٢,٤١	١,١١٨	-١,٤٢٥	٠,١٦٠	غير دال
	التجريبية	٢٩	٢,٧٩	٠,٨٦٣			
العنصر والمركب والمخلوط	الضابطة	٢٧	١,٨٥	٠,٨٦٥	-٠,٤٩٢	٠,٢٦٥	غير دال
	التجريبية	٢٩	١,٩٧	٠,٨٦٥			
تحولات المادة	الضابطة	٢٧	١,٢٢	١,٠١٢	-١,٩١٢	٠,٠٤٥	دال
	التجريبية	٢٩	١,٩٩	٠,٩٣٦			
الكثافة والكتلة والحجم	الضابطة	٢٧	٢,١٥	١,١٣٤	-١,٩٧٧	٠,٠٤٤	دال
	التجريبية	٢٩	٢,٨٦	٠,٩٦٧			
الوزن	الضابطة	٢٧	٠,٥٢	٠,٦٤٣	-٣,٠٤٩	٠,٠٠٤	دال
	التجريبية	٢٩	١,٠٧	٠,٧٠٤			

تابع الجدول رقم (٧)

المفهوم	المجموعة	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	"ت"	مستوى الدلالة	دلالة الفروق
الحرارة	الضابطة	٢٧	٠,٨١	٠,٦٣٤	-٢,١٦١	٠,٠٣٥	دال
	التجريبية	٢٩	١,٠٧	٠,٧٠٤			
الإجمالي	الضابطة	٢٧	٨,٩٦	٢,٠٨١	-٣,٨١٩	٠,٠٠٠	دال
	التجريبية	٢٩	١١,٧٥	٢,٠٥٣			

يوضح الجدول رقم (٧) وجود فروق دالة إحصائياً بين متوسطات المجموعتين التجريبية والضابطة لصالح المجموعة التجريبية في فهمهم للمفاهيم العلمية التي استهدفتها هذه الدراسة، حيث كانت قيمة مستوى الدلالة الكلية للمفاهيم بشكل عام (٠,٠٠٠)، بينما تراوحت قيمة مستوى الدلالة لكل مفهوم من المفاهيم التي تأثرت باستخدام التجارب البديلة وهي مفاهيم تحولات المادة، والكتلة والكثافة والحجم، والوزن، والحرارة، ما بين ٠,٤٥ و ٠,٠٠٤، مما يدل على فاعلية استخدام برنامج التجارب البديلة في إكساب التلاميذ للفهم العلمي السليم للمفاهيم العلمية وتصحيح التصورات البديلة لديهم. ولكن الفروق كانت غير دالة فيما يتعلق بمفاهيم تركيب المادة، والعنصر والمخلوط والمركب، وهذا قد يعزى إلى أن تلك المفاهيم مجردة وقد لا يفيد استخدام التجارب البديلة أو المستوردة في القضاء على التصورات البديلة الخاصة بالمفاهيم المجردة.

مناقشة وتفسير النتائج

تشير نتائج هذه الدراسة إلى وجود العديد من التصورات الخطأ أو البديلة لدى تلاميذ الصف السابع الأساسي حول المفاهيم المتعلقة بالمادة وخصائصها وحالاتها (انظر جدول ٥)، مثل اعتبار الجزيء أصغر من الذرة، والذي قد يعود إلى الكتاب المدرسي، فقد نص الكتاب بأن الجزيء هو أصغر وحدة بنائية في المادة، ولم يحدد أي نوع من المواد هل المركبات أم العناصر، بل حمل ذلك النص على العموم لكل المواد. واعتقاد التلاميذ أن الهواء وكذلك الغازات ليست مواد، وقد تكون البيئة المحيطة بالتلميذ أو الكلمات والتعبيرات المتداولة في المجتمع الذي يعيش فيه التلاميذ هي مصدر تلك التصورات. ومن أمثلة تلك التعبيرات، "احضر لي كأساً فارغا" وهذا قد يدل على أن الهواء الذي يملأ الكاس ويحيط بنا ليس مادة. ومن ضمن التصورات الخطأ التي قد ترجع إلى المجتمع الخلط الذي يوجد لدى التلاميذ بين المخلوط والمركب، فما يطلق عليهم المعالجين الشعبيين والذين يعتمدون على النباتات في تحضير منتجاتهم، مثل مخلوط ملكات النحل ومخلوط العنبر وغيرها، يطلقون عليها مركبات على

الرغم من أنها مخاليط.

وتشير النتائج أيضا إلى أن استخدام التجارب البديلة في تدريس المفاهيم العلمية قد أحدث أثراً إيجابياً في فهم التلاميذ للمفاهيم التي استهدفتها الدراسة، حيث وجدت فروق دالة بين المجموعتين التجريبية والضابطة، مما يدل على قدرتها على تعديل التصورات البديلة حول مفاهيم العلوم لدى تلاميذ الصف السابع الأساسي بشكل عام ومفاهيم المادة وخصائصها وحالاتها بشكل خاص. ولكن الفروق كانت غير دالة فيما يتعلق بمفاهيم تركيب الذرة والعنصر والمخلوط والمركب وتحولات المادة، وهذا قد يعزى إلى أن تلك المفاهيم مجردة ولا تفيد التجارب البديلة أو المستوردة في القضاء على التصورات البديلة، ولكن قد يفيد استخدام أساليب أخرى مثل المحاكاة.

ولا توجد دراسات تتعلق بالتجارب البديلة المعتمدة على خامات البيئة في تدريس العلوم شبيهة بهذه الدراسة، ولكن بعضاً من الدراسات مثل دراسة أبو الفتوح (١٩٩٧) و الدهمش (٢٠٠٦) قد أشارت إلى وجود اثر موجب دال للجانب العملي على التصورات الخطأ لبعض المفاهيم العلمية المستهدفة في هذه الدراسة، وهذه الدراسة قد خرجت بنتائج مشابهة على مستوى التصورات البديلة. مع العلم أن العلوم قد صارت صعبة الفهم ليس فقط لأن محتواها يشتمل على مفاهيم مجردة ومعقدة فحسب، ولكن نتيجة لطرق التدريس التقليدية الروتينية المتبعة في مدارسنا والتي قد يعلل مدرسو العلوم التمسك بها إلى غياب المعامل وأدوات الأنشطة العلمية اللازمة لتدريس المفاهيم العلمية باستخدام استراتيجيات الاستقصاء والتي تتطلب تدريس العلوم باستخدام الأنشطة العلمية الاستقصائية مع الاعتماد بشكل كبير على البيئة المحلية كمصدر للأنشطة العلمية. فالعلوم تلعب دورا محوريا في تقدم وحضارة الشعوب والأمم، ولن يتسن لأي شعب أو أمة اللحاق بركب الحضارة الحديثة ما لم يتعلم أبناؤها العلوم بطرق فاعلة تمكنهم من فهمها فهماً وظيفياً ومن اكتساب المهارات العلمية الضرورية اللازمة للمساهمة الفاعلة في نهضة وتقدم مجتمعاتهم وأممهم. إن الفلسفة الكامنة وراء تعلم العلوم من خلال الأنشطة التي تعتمد على التجارب البديلة موجهة نحو ضمان مشاركة أوسع للمتعلم في تعلم العلوم، فاستخدام التجارب البديلة تحقق هذا الغرض، حيث إن المتعلم لا يشارك فقط في تنفيذ الأنشطة العلمية، بل أنه يساهم في إنتاج التجارب والمواد والأدوات والمواد البديلة من البيئة المحلية، أو أنه قد يساهم في إحضار وجمع عينات، مواد خام لازمة لصناعة وتجهيز التجارب والأنشطة البديلة من البيئة المحلية.

الاستنتاجات والتوصيات

بناءً على نتائج البحث الحالي، يتقدم الباحث بتوصيات يرى فائدتها في مجال استخدام التجارب البديلة قليلة التكاليف في تنمية التحصيل العلمي وتعديل التصورات البديلة لدى تلاميذ المرحلة الأساسية وهي:

· أن تعمل وزارة التربية والتعليم على فتح مراكز لإنتاج وتصميم تجارب بديلة قليلة التكاليف في المحافظات تحت إشراف متخصصين من أساتذة الجامعات و في مجال العلوم لضمان تصميمها بشكل سليم وخلوها من الأخطاء العلمية.

· تضمين مقرر التجارب والأنشطة البديلة ضمن برنامج مناهج كليات التربية يتدرب من خلاله الطلبة المعلمون على إنتاج وسائل وتجارب بديلة للتجارب والمواد المستوردة الباهظة التكاليف.

· إقامة دورات وورش عمل للمعلمين والمعلمات والمشرفين التربويين والمشرفات التربويات في الميدان بغرض تدريبهم على أساليب إنتاج التجارب البديلة قليلة التكاليف.

المقترحات

· إجراء دراسات حول أثر التجارب البديلة في تعديل التصورات البديلة في مفاهيم العلوم لدى التلاميذ في المرحلة الابتدائية وفي الكيمياء والفيزياء والأحياء لدى الطلبة في المرحلة الثانوية.

· إجراء الدراسات حول الموضوع نفسه في مناطق وبيئات ومفاهيم أخرى مطلوبة حتى يمكن التعميم وبالتالي الحكم على جدوى مثل هذه الطريقة في تصحيح التصورات البديلة.

· إجراء دراسات حول أثر التجارب البديلة في تنمية التفكير بأنواعها لدى التلاميذ في المرحلة الابتدائية.

· إجراء دراسة يدرس فيها أفراد المجموعة التجريبية بواسطة التجارب البديلة ويشتركون في صناعتها وإعدادها، بينما أفراد المجموعة التجريبية الثانية يدرسون بواسطة التجارب البديلة ولكن لا يشتركون في صناعتها وإعدادها، وتدرس المجموعة الضابطة بالطريقة التقليدية.

المراجع

أبو الفتوح، محمد (١٩٩٧). **أثر ممارسة طلاب الصف الأول الثانوي للتجارب العلمية مفتوحة النهائية على تنمية الابتكار والتحصيل لديهم**. المؤتمر العلمي الأول "التربية العلمية للقرن الحادي والعشرون" الأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا × أبو قير الإسكندرية (١٠ – ١٣) أغسطس ١٩٩٧م المجلد الأول.

حسن، عبد المنعم (١٩٩٣). كمية تصويب التصورات الخاطئة لدى طالبات المرحلتين الثانوية والجامعية عن القوة والقانون الثاني لنيوتن. **مجلة التربية**، جامعة الأزهر، (٣٦)، ٨٣-١٦٤.

الحسون، جاسم محمد (١٩٨٢). **الوسائل التعليمية للصف الثاني معاهد المعلمين** (ط١). العراق: وزارة التربية والتعليم.

حيدر، عبد اللطيف (١٩٩٣). **تدريس العلوم في ضوء الاتجاهات التربوية المعاصرة**، (ط١). تعز: دار الحاوي.

خطايبة، عبد الله ، والخليل حسين (٢٠٠١). الأخطاء المفاهيمية في الكيمياء لدى طلبة المرحلة الثانوية في شمال الأردن . **مجلة كلية التربية**، جامعة عين شمس، (٢٥)، ١٧٩-٢٠٦.

الخليلي، خليل يوسف (١٩٩٦). مضامين الفلسفة البنائية في تدريس العلوم، **مجلة التربية**، قطر، (١١٦)، ٢٥٥-٢٧١.

الخليلي، خليل يوسف، حيدر، عبد اللطيف حسين، ويونس جمال الدين محمد (١٩٩٦). **تدريس العلوم في مراحل التعليم العام**، ط١، دبي، الإمارات العربية المتحدة: دار القلم للنشر والتوزيع.

الدهمش، عبد الولي حسين (٢٠٠٠). أثر دائرة التعلم على فهم تلاميذ الصف السابع الأساسي للمفاهيم العلمية. **مجلة الدراسات الاجتماعية**، جامعة العلوم والتكنولوجيا، صنعاء، ٧(١٣)، ١٣-٣٧.

الدهمش، عبد الولي حسين (٢٠٠٦). **تدريس العلوم من أجل الإبداع العلمي**. ط (١). اليمن، صنعاء: النور للطباعة والنشر. ١٦٤-١٨٠.

الديب، فتحي (١٩٧٨). **الاتجاه المعاصر في تدريس العلوم**. الكويت: درا القلم.

زيتون، عايش (١٩٩٦م). **أساليب تدريس العلوم**. الأردن: دار الشروق للنشر والتوزيع.

سرحان، نجوى (١٩٩٥). **طبيعة المفاهيم البديلة التي يحملها طلاب الصف السابع وطلاب الصف العاشر عن مفهوم الاحتراق**. رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الأردنية، الأردن.

السعدي، عماد (١٩٨٥). **مدى انتشار أشكال التصورات البدهية لمفهوم القوة وتأثر هذه الأشكال بعد مساقات الفيزياء التي يدرسها المتعلم بجامعة اليرموك**. رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة اليرموك، الأردن.

شهاب، منى، والجندي، أمنيه (١٩٩٩). **تصحيح التصورات البديلة لبعض المفاهيم العلمية باستخدام نموذج التعلم البنائي والشكل V لطلاب الصف الأول الثانوي في مادة الفيزياء واتجاههم نحوها**. المؤتمر العلمي الثالث للجمعية المصرية للتربية العملية - مناهج العلوم للقرن الحادي والعشرين رؤية مستقبلية، بالما: أبو سلطان، ٢(٢٥ - ٢٨ يوليو) ١٩٩٩م .

الشهراني، عامر (١٩٩٦). التصورات الخطأ لبعض مفاهيم التغذية والتنفس في النباتات الخضراء لدى طلاب المرحلتين الثانوية والجامعة بمنطقة عسير. **المجلة العربية للتربية، تونس**، ١٦(٢)، ٨-٣٤.

صباريني، محمد والخطيب، قاسم (١٩٩٤). أثر استراتيجيات التغير المفهومي الصفية لبعض المفاهيم الفيزيائية لدى الطلاب في الصف الأول الثانوي العلمي. **رسالة الخليج العربي**، (٤٩)، ١٥-٥٢.

العجيلي، صباح حسين (٢٠٠٤). **القياس والتقويم التربوي، مركز التربية للطباعة**، كلية التربية صنعاء، اليمن.

العجيلي، صباح حسين (٢٠٠٩). **تصميم المقاييس والاختبارات، في الورشة العلمية الثالثة لإرشاد طلبة الدراسات العليا إلى تقنيات البحث العلمي**، اليمن: مركز الإرشاد التربوي.

العطار، محمد وفودة، إبراهيم (١٩٩٩). استخدام الكمبيوتر علاج فهم بعض مفاهيم الكيمياء الكهربية أو العمليات المتصلة بها لدى طلاب شعبة الطبيعة والكيمياء بكلية التربية ببنها، **مجلة التربية العلمية**، الجمعية المصرية للتربية العلمية ، المجلد (٢) العدد (١)، ١٠٣-١٢٢.

عطا الله، ميشيل (٢٠٠٢). **طرق وأساليب تدريس العلوم** (ط٢). عمَّان، الأردن: دار المسيرة للنشر والطباعة.

الفراص، ذكرى (٢٠٠٩). **أثر استخدام نموذج بايبي البنائي في تعديل التصورات البديلة لمادة العلوم لدى تلميذات الصف الثامن الأساسي**. رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية، جامعة صنعاء، اليمن.

القباطي، عبد الله (١٩٩٦). **المفاهيم الشائعة الخطأ لدى طلبة الرابع الثانوي في مادة الفيزياء في مدينة عدن بالجمهورية اليمنية**. رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة بغداد، العراق.

المصري، محمد (١٩٨٣). **أنماط التصورات البدهي لدى طلاب الصف الثاني الثانوي العلمي قبل وبعد تعرضهم لمناهج الفيزياء في ذلك الصف**. رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة اليرموك، عمان، الأردن.

AAAS, American Association for the Advancement of Science (1993). *Benchmarks for Science Literacy*. New York: Oxford University Press.

Anderson, R. D. (2002). Reforming science teaching: What research says about inquiry?. *Journal of Science Teacher Education, 13,* 1–12.

Blosser, P. (1987). Secondary school students' comprehension of science concepts: Some findings from misconceptions research. *SMEAC Science Education Digest*. No. 2., Columbus, Ohio. (ERIC Documentation Reproduction

Service No. ED. 286 757).

Boo, H. K., & Ang, K. C. (2004). *Teachers' misconceptions of science as revealed in science examination papers*. Annual Conference of the Educational Research Association, Singapore.

Brown, D. & clement, J. (1987). Overcoming misconceptions in mechanics. *ERIC Document Reproduction service,* No.283.712.

Chambers. S.K., and Andre, T. (1997).”Gender. prior knowledge, interest and experience and conceptual change text manipulations in learning about direct current?”. *Journal of Researeh in Scienee Teaehing*. *34*(2), 107-23,

Clement, J. (1993). Using bridging and analogies and anchoring intuitions to deal with student's preconception of science. *Physics Journal of Research in science Teaching*. *30* (10), 1224-1257.

Cross, A. & Peet, G. (1997). *Teaching science in the primary school*. book one. A practical source book of teaching strategies. Exeter Northcott House

Erickson, G. L. (1979). Children's conceptions of heat and temperature. *Science Education, 63*(2), 221-230.

Erickson, G. L. (1980). Children's Viewpoints of Heat: A Second Look. *Science Education, 64*(3) 323-36.

Gay, L. R., & Airasian, P. (2000). *Educational research: Competencies for analysis and application*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, Inc.

Gay, L. R., & Airasian, P. (2003). *Educational research: Competencies for analysis and application* (7th ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson Education.

Harlen, W., Macro C., Reed K., Schilling M., (2003). *Making Progress in Primary Science*. London: Routledge Falmer.

Harlen, W. (2000 B). *The Teaching of Science in Primary Schools*. 3rd Edition. London: David Fulton

Linn, M. C. & Songer, N. B. (1991). Cognitive and conceptual change in adolescence. *American Journal of Education, 99*(4), 379-417.

Linn, M. C. & Songer, N. B. (1993). How do students make sense of science? *Merrill Palmer Quarterly, 39*(1), 47-73.

Odoma, A. & Barrow, L. (1993). "*Freshman biology majors misconception about diffusion and osmosis*". Paper presented at the Annual Meeting of the national Association for Research in Science Teaching. Atlanta, Georgia, April.1993.

Piaget, J. (1964). *Development and learning*. In: Piaget Rediscovered, ed. R. E. Ripple & V. N. Rockcastle. New York: Cornell University Press.

Russell, T. & Watt, D. (1990). *Evaporation and Condensation A primary SPACE research report:* University of Liverpool Press

Russell, T., Harlen, W., & Watt, D. (1989). Children's ideas about evaporation. *International Journal of Science Education, 11,* Special Issue, 566–576

Sanger, M. J., & Greenbowe, T. J. (2000). Addressing student misconceptions concerning electron flow in aqueous solutions with instruction including computer animations and conceptual change strategies. *International Journal of Science Education, 22*(5), 521-537.

Treagust, D. & Haslam, F. (1986). *Evaluating secondary students misconceptions of photosynthesis and respiration in plants using a two – tier diagnostic instrument*. (ERIC Document Reproduction service, No.283.713).

Wiser, M. & Carey, S. (1983). *When heat and temperature were one*. In D. Gentner and A. Stevens (Eds.), Mental models. New York: Academic Press.