المفاهيم القبليّة في الفيزياء لدى الطّلاب وضرورة تعديلها

حسن سرحان[1]

د. مهدي دبياش[1]

تاريخ الإرسال 18 ديسمبر 2019 تاريخ القبول 30 مارس 2019

الملخّص(ABSTRACT)

يمثّل الفهم الصّحيح للمفاهيم العلميّة جانبا أساسيّا من أهداف تدريس العلوم وتطبيقها. غير أنّ عددا معتبرا من الدّراسات والبحوث التّربويّة أكّدت شيوع التّصوّرات البديلة للمفاهيم العلميّة في أذهان العامّة من النّاس وانتشارها في المراحل التّعليميّة المتتابعة حتّى الجامعة. وقد أظهرت اساليب التّعليم التّقليديّة قصورا واضحا في تصحيحها. وحيث إنّ المفاهيم العلميّة تلعب دورا حاسما ومكانة بارزة في أولوّيات تحصيل العلوم واستيعابها، فإنّها تساعد الأفراد على اتّخاذهم القرارات الصّائبة في نشاطاتهم العلميّة والعمليّة. لذلك فقد هدفت هذه الدّراسة إلى كشف بعض التّصوّرات البديلة في الميكانيكا لدى التّلاميذ ومحاولة تعديلها.

الكلمات المفتاحيّة

المفاهيم، التّعليم، العلوم، التّصوّرات البديلة، التّفاعل، قوانين نيوتن، محصّلة القوى، تعديل

Title: Tribal concepts in physics among students and the need to modify them

Abstract

The correct understanding of scientific concepts is an essential aspect of the teaching and use of science. However, a significant number of studies and educational research confirmed the prevalence of alternative perceptions of scientific concepts in the minds of the public and spread in the successive stages of education and even in the university. Traditional educational methods have shown clear shortcomings in their correction. As scientific concepts play a crucial role and a prominent place in the priorities of science collection and assimilation, they undoubtedly help

[1]أستاذ في الفيزياء وباحث في تعليميّة العلوم بالمدرسة العليا للأساتذة، القبة.ahceneserhane@yahoo.com

individuals to make the right decisions during their scientific and practical activities. Therefore, this study aimed to reveal some of the alternative perceptions in the mechanics of learners in general and for secondary school students in particular and try to modify them.

Key words

Concepts, education, science, alternative perceptions, interaction, Newton's laws, the sum of forces, modify.

المدخل (Introduction)

يتميز العصر الحالي بأنه عصر العلم والتّكنولوجيا بامتياز، بحيث أصبحت العلوم المختلفة وتطبيقاتها من ضروريات الحياة، وقد ازدادت المعرفة زيادة هائلة في هذا العصر حتّى أصبح يسمى بعصر الانفجار المعرفي، وبات من الطبيعيّ أن نغير نظرتنا نحو تدريس العلوم وتبسيطها، ونشر العلم بحيث نعمل على تربية الشّباب، ليصبح قادرا على تحمل المسؤولية لتطوير مجتمعه وتقدمه. ومواكبة لعصر الانفجار المعرفي فإن عملية التربية والتعليم تشهد في السنوات الأخيرة تطورا سريعا بصفة عامة، وفي مجال العلوم الطبيعية بصفة خاصة, ولم يقتصر دور حركة تعديل المناهج الحالية في تدريس العلوم على مجرد تحديث محتوى المنهج، ولكنها تناولت بدرجة كبيرة نوعية ما يعلم مع إيجاد طريقة للتفكير في ما يعلم، وكيفيّة تقديم العلوم للشباب من أجل إنتاج المعرفة وتسويقها بدلا من استهلاكها جاهزة[1]

لقد أكّد علماء التّربيّة على أن أساسيّات المعرفة قد تكون أحد الحلول الفعّالة لمواجهة تحديّات العصر والبعد عن الجزئيات، ويروا كذلك أنّ التّأكيد على أساسيّات المعرفة يعني التّأكيد على المفاهيم والمبادئ التي تشكّل هذه المعرفة، والتي في ضوئها يمكن فهم العديد من الحقائق الجزئيّة لمجال معيّن [2]. وتعدّ المفاهيم العلميّة من أهمّ نواتج العلم التي بواسطتها يتمّ تنظيم المعرفة العلميّة في ذات المعنى فهي العناصر المنظمة والمبادئ الموجّهة لأيّ معرفة علميّة يتمّ اكتسابها في الصّف الدّراسيّ، أو المختبر أو أيّ مكان آخر، وقد أكّدت التّربيّة العلميّة منذ القدم على ضرورة تعلّم المفاهيم العلميّة وتوجيه طرق تعلّمها الوجهة الصّحيحة، وأصبح اكتساب الطّلبة للمفاهيم العلميّة هدفا رئيسيّا لدى المؤسسات التّربويّة، وبناة المناهج [3] ولم يعد هناك خلاف على أهميّة تعليم وتعلّم المفاهيم لكلّ من يدرس العلوم حيث تؤكد الأدبيات التّربويّة في هذا الصّدد أن المفاهيم العلميّة تمثّل أحد أهمّ مستويات البناء المعرفيّ للعلم التي تبنى عليها باقي مستويات هذا البناء من مبادئ وتعميمات، وقوانين، ونظريّات، وكما تعدّ هذه المفاهيم واحدة من أهم نواتج التّعلّم التي يمكن من خلالها تنظيم المعرفة العلميّة لدى التّعلم بصورة تضفي عليها المعنى [4]. ونظرا لأهميّة المفاهيم والمكانة التي تحتلّها في تدريس المواد المختلفة، وضرورة تعلّمها بطريقة صحيحة، يقوم الباحثون والمختصّون بإجراء البحوث والدّراسات لاستقصاء صورة المفاهيم وتكوينها وواقعها الفعليّ في أذهان المتعلّمين، وكذلك أساليب ونماذج واستراتيجيّات تدريسها،

وقد توصّلت هذه الجهود إلى أنّ التّلاميذ يأتون إلى مقاعد الدّارسة وفي حوزتهم أفكار وتصوّرات بديلة عن المفاهيم والظّواهر الطّبيعيّة، التي تحيط بهم، وتلك التّصورات تتعارض مع التّصوّر العلميّ السّليم، الذي يفترض أن يكتسبه التّلاميذ، ممّا يساهم في تكوين تصوّرات بديلة عن المفاهيم والظّواهر الطّبيعيّة، تعيق فهم التّلاميذ لهذه المفاهيم والظّواهر بشكل علميّ سليم [5].

الإشكاليّة:

إذا كانت البحوث التّربويّة قد اهتمّت وما تزال ببحث العوامل والأسباب المؤديّة إلى الارتقاء بمستوى التّحصيل العلمي للمتعلّم، وإذا كانت نظريّات التّعلّم قد حاولت تسليط الضّوء على أفضل الطّرق لاكتساب المتعلّم للمعرفة، فإن الذي لا خلاف فيه، هو أن السّبيل نحو اكتساب المتعلّم لتلك المعرفة لن يكون طريقا سهلا في ظل العوامل التي تساهم في تشكيل تلك المعرفة. وغذا كانت الدّول المتقدمة قد أولت عنايّة معتبرة لتدريس العلوم وخصوصا الفيزياء، فإن الدّول النّاميّة تبدو أحوج ما تكون لمثل هذا الاهتمام من أجل تكوين أساتذة أكفاء قادرين على فهم الفيزياء بصورة صحيحة. وتعد مهمّة اكتساب المعلم للمفاهيم الفيزيائيّة بصورة سليمة من أصعب المهام التي تواجه معلم الفيزياء خصوصا إذا أدركنا بأنّ هناك العديد من الأفكار الدّخيلة التي تعترض مسيرة المتعلّم نحو اكتساب الفهم السّليم. ولعلّ أحد أهمّ أسباب تكوّن هذه الأفكار هو أنّ المتعلّم يتفاعل مع الظّواهر الفيزيائيّة منذ نعومة أظافره ويشكّل فهمه لها بناء على تفاعله معها وملاحظته لها. فالأجسام المتحرّكة والتي يلاحظها بشكل متكرّر، تفضي إلى تكوين المتعلّم لمجموعة من الأفكار عن الميكانيكا وهكذا دواليك بالنّسبة للحقول العلميّة الأخرى هذا السّياق ارتأينا أن نسلط الضّوء على البعض من هذه الأفكار الدّخيلة التي تعيق اكتساب المفاهيم العلميّة، وذلك حتّى تؤخذ على محمل الجدّ من قبل الأساتذة. ولهذا السّبب يجمع معظم دارسي العلوم أنّ الفيزياء تعدّ من أكثر المواضيع صعوبة وتعقيدا في ميدان العلوم الدّقيقة. والأسباب والحجج التي يقدمونها متعدّدة، نذكر منها على سبيل المثال، "يجب أن أفكر بعمق كبير" أو" أحتاج إلى ذاكرة جيّدة" أو ببساطة، بعض القوانين ليس لها معنى على الإطلاق "!" ومهما كانت الحجج أو المبرّرات التي يقدّمها الطّلاب، فإنّ غالبيّة المعلّمين ومعلّمي العلوم يتّفقون على أنّ الصّعوبات المفهوماتيّة التي تواجه الطّلاب يمكن أن تكون حادّة، لدرجة أنّ العدد الكبير منهم يجدون أنفسهم عاجزين عن وضع هذا المفهوم في إطاره المناسب".

Hugh G. Jones and Robert J. Moone (1981) [6] والنّتيجة هي أنّ معرفة الطّلاب وفهمهم للفيزياء غالباً ما تكون مجزأة وبالتّالي لا يتصوّرون أبدًا وحدة الموضوع.

أهميّة هذه الدّراسة

تكمن أهميّة هذه الدّراسة في كونها تتناول أحد المحاور الأساسيّة في تدريس الفيزياء ألا وهو موضوع المفاهيم المغلوطة في الفيزياء، وذلك من خلال توضيح مدى تأثير تلك الصّور المفاهيميّة المتكونة لدى المتعلّم، في معالجة المسائل المتضمنة لتلك المفاهيم. وبناء على تلك الرّؤى، سنقدم الدّراسة بعض التّوصيات والمقترحات التي تسهم في تفعيل التّدريس من خلال معالجة ما قد ينتاب الصّور المفاهيميّة الصّحيحة من صور مشوشة.

الوسائل والطرائق Materiels and Methods

بعد الاطلاع على العديد من الأبحاث والدّراسات التّربويّة حول المفاهيم المغلوطة في الفيزياء، ومراجعة متأنّية لعدد من الكتب والمراجع المدرسيّة العلميّة المعتمدة وغير المعتمدّة من طرف وزارة التّربيّة الوطنيّة، تبيّن لنا بعد التّحليل العلميّ لمحتوى هذه الكتب استخلاص بعض المفاهيم المغلوطة في الفيزياء، ولا سيما في حقل الميكانيكا. وقد قمنا بتوضيحها على شكل وضعيّات فيزيائيّة والإشارة إلى نقاط الضّعف التي يعاني منها الطّلاب عند تعاملهم مع هذه الوضعيّات.

أصل المفاهيم الخاطئة وتطورها

يجمع عدد كبير من الخبراء والباحثين في علوم التّربيّة وتعليميّة الموادّ على أنّ معظم هذه المفاهيم و / أو التّصوّرات البديلة (كما تسميها بعض المصادر) تنشأ وتتشكل من تنفيذ خطط التّفكير المبسط (الاستدلال)" ,(2004) Redish E F [7] إضافة إلى ذلك فإن بعضها يتعزز ويترسخ في الأذهان بشكل إضافي من خلال تجارب الطّلاب اليوميّة وملاحظاتهم. "وتتواجد مثل هذه الأفكار بشكل أكثر تكرارا في الميكانيكا، وهو مجال الفيزياء الأقرب إلى خبرة الطّلاب" (2006) Planinic M, and Beilfuss M L [8 boone W J, Krsnik R] إنها علاقة التّفكير المنطقيّ أو (ما يسمّى في لغة العامة بالفطرة السّليمة) والتّجربة اليوميّة التي تعزّز من مكانة هذه الأفكار وتجعل منها مفاهيم بديلة عن المفاهيم العلميّة الثّابتة والرّاسخة والمقاومة للتّغيير (من المعروف أنّ الميكانيكا النّيوتونيّة تبدو مفيدة وضروريّة كمصدر تاريخيّ وتربويّ لتأسيس النّظريّة الفيزيائيّة وفي نفس الوقت فإنّها ذات صعوبة متميّزة).

الميكانيكا النيوتونية ومفاهيم الطلاب

الميكانيكا في الحقيقة، هي الميدان التّقليديّ المعروف منذ القدم لتصارع الآراء والأفكار والمواجهة بين حجج الفطرة السّليمة والنّظريّة التي يتمّ تدريسها لإرساء المبادئ العلميّة" L. Viennot (2002) [9]، في الواقع ليس من الصّعب استذكار القانون الأساسيّ للتّحريك في صيغته الرّياضيّة المعتادة ($F = ma$)، ونتائجه المطبّقة على مجموعة من الجسيمات أو الأنظمة،, ونعني بذلك نظريّة مركز القصور الذّاتي ($F_{ext} = ma_G$) وليس صعبا أيضا حفظ قانون الأفعال المتبادلة، (القانون الثّالثّ لنيوتن Newton's third law)، بين كائنين A وB في صيغته الرّياضيّة المألوفة ($F_{A/B} = - F_{B/A}$) غير أنّه وببساطة، في العديد من

الوضعيّات والمسائل الميكانيكيّة، فإنّ الأجوبة التي تمليها الفطرة السّليمة أو ما يسمّى في الأدبيّات التّربويّة بـ (common sense) وتلك التي تسمح بقبولها دون تردد تكون في غالب الأحيان متعارضة تماما مع التّحليل النّيوتوني (وجهة نظر نيوتن). وهكذا، في كلّ مرّة من الواضح أن سرعة الجسم المتحرّك وما ينتج عنها من قوى مطبقة عليه، ليست بالضّرورة معدومة أو في نفس اتجاه حركة الجسم، غير أنّه يبدو في تصوّر الطّلاب أنّه من المنطقيّ تخيّل ما هو ضروريّ كقوّة في الاتّجاه المقصود كثيرون هم الطّلاب الذين يعتقدون أنّ الجسم المقذوف شاقوليّا يخضع لقوّة تدفّعه نحو الأعلى ولذلك يتابع سيره نحو الأعلى. (وهو تصوّر خاطئ بطبيعة الحال). ليس هناك أدنى شكّ في أنّ القانون الثّالثّ لنيوتن من الصّعب استيعابه وهضمه بسهولة، ومن المتّفق عليه أنّه مازال يخفي بعض المفاهيم الخاطئة الأخيرة التي يجب التّغلب عليها للانتقال إلى التّفكير النّيوتوني

Hestenes,D., Wells, M. and Swachamer, G.(1992).] 10 [

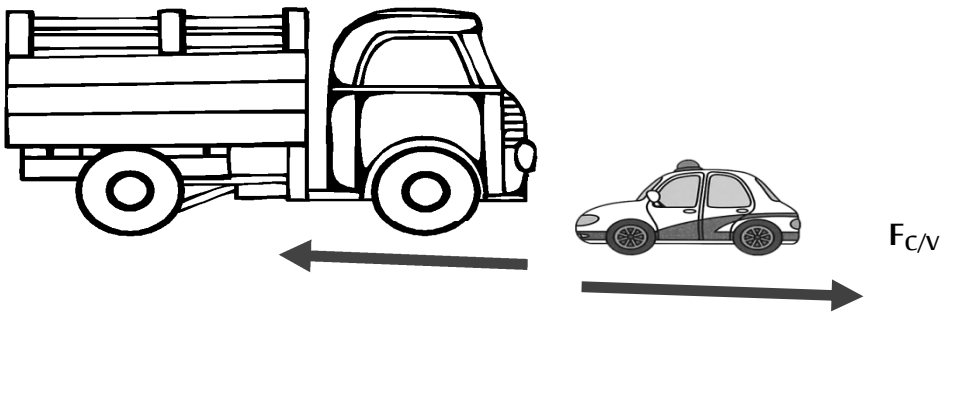
علاوة على ذلك، "يعترف النّاس في غالب الأحيان بوجود مشاكل في التّسليم بصحّة أو صلاحيّة القانون الثّالثّ لنيوتن في جميع الظّروف التي يتمّ تطبيقه فيها"

.Gauld, C. (1998) [11]. يعتبر القانون الثّالثّ أساسيّا ويعرّف لنا أساسًا مفهوم القوّة: حيث ينصّ على أنّ القوّة تنشأ دوما من تفاعلً بين كائنين. يشير براون Brown (1989) [12] إلى أنّ فهم القانون الثّالثّ لنيوتن يتطلّب من المتعلّم أن يدرك ويفهم أنّ القوى إنّما تنشأ من التّفاعل بين كائنين. في هذا السّياق، فإنّ القانون الثّالثّ يدعم ويعزّز فهم القانونين الأوّل والثّاني، ويمكن أن يعزى العديد من المفاهيم الخاطئة المتعلّقة بالقوانين الأوّل والثّاني إلى عدم إدراك أهميّة القانون الثّالثّ، أو بشكل أكثر تحديدًا: إذا كان الجسم A يمارس قوّة على الجسم B، فإن الجسم B يمارس بدوره في نفس الوقت قوّة مساويّة في المقدار ومعاكسة في الاتّجاه على الجسم A. ومع ذلك، فغالبا ما نواجه في حياتنا اليوميّة حالات غير متماثلة. على سبيل المثال، عندما يتصارع شخصان، وعادة ما يفوز الأقوى. نلجأ إلى تفسير هذا الفوز تحت تأثير المشاهد اليوميّة المتكرّرة بالقول إنّ الشّخص المنتصر طبّق قوّة أكبر على الشّخص المنهزم. وبعبارة أخرى، كصراع بين قوى متعارضة، وهذا قد يدفع المرء في مثل هذه الحالات لتطبيق مبدأ الهيمنة، ويعتقد أنّ "الأكثر قوّة" يمارس قوّة أكبر. وهنا «أكبر قوّة» يمكن أن تعني "أكبر سرعة"، أو «أكبر كتلة»، أو «أكثر نشاطًا» (Hestenes et al. 1992) [13]. فعلى سبيل المثال، توحي لنا التّجارب اليوميّة أنه من المناقض للمنطق وللفطرة السّليمة أن الجسم الكبير أو الأسرع والجسم الصّغير والأقل سرعة يطبقان على بعضهما البعض نفس القوّة عند التّصادم. وعلى العكس من ذلك يبدو أكثر حدسا وبداهة (ولكن خاطئ بطبيعة الحال) أن ننسب القوّة الكبيرة إلى كبر الجسم أو كبر سرعته والقوّة الصّغيرة إلى صغر كتلة الجسم وقلة سرعته عند التّصادم. كما يصعب على الطّلاب استيعاب القانون الثّالثّ لنيوتن كما يتجلى في مسائل التّوازن وهذا حسب Montanero et al (2002) [14].

النتائج والمناقشة (Results and Discussion)

الوضعيّات المتعارضة مع الفطرة السّليمة

بالرّغم من وضوح الصّيغة اللفظيّة المعدّلة لقانون نيوتن الثّالثّ والتي تنصّ بصريح العبارة بأنّه إذا أثّر الجسم A على الجسم B بقوّة $F_{A/B}$ فإن B يؤثّر بدوره في آن واحد على A بقوّة $F_{B/A}$ مساويّة في المقدار ومعاكسة في الاتّجاه لـ $F_{A/B}$، في جميع الحالات، فإنّ فئات كبيرة من التّلاميذ والطّلاب تعاني من صعوبات حادّة وخلط واضح والتّباس في تطبيق هذا القانون، وقد يكون من الأهميّة بمكان الإشارة ولو بشكل مختصر، إلى بعض الوضعيّات الفيزيائيّة التي تجعل التّلاميذ يخفقون في تطبيق القانون الثّالثّ وذلك باللجوء إلى توظيف رصيدهم من المفاهيم القبليّة بدلا من المفاهيم العلميّة السّليمة. ولنأخذ على سبيل المثال أربع وضعيّات فيزيائيّة ونرى كيف يتعاطى معها التّلاميذ. معظم التّلاميذ يميلون إلى الاعتقاد بأن قوّة تأثير الشّاحنة على السّيارة أكبر من قوّة تأثير السّيارة على الشّاحنة عند التّصادم، وهذا مناقض لوجهة النّظر النّيوتونيّة أو لنصّ القانون الثّالثّ؛ لأنّ القوّتين متساويتان ومتعاكستان، ولذا يجب على الأستاذ أن يكون على درايّة بما يدور في أذهان التّلاميذ من هذه المفاهيم المغلوطة حتّى يمكنه التّعاطي معها. الوضعيّة الأولى وهي وضعيّة تصادم قوي بين سيارة وشاحنة ضخمة.

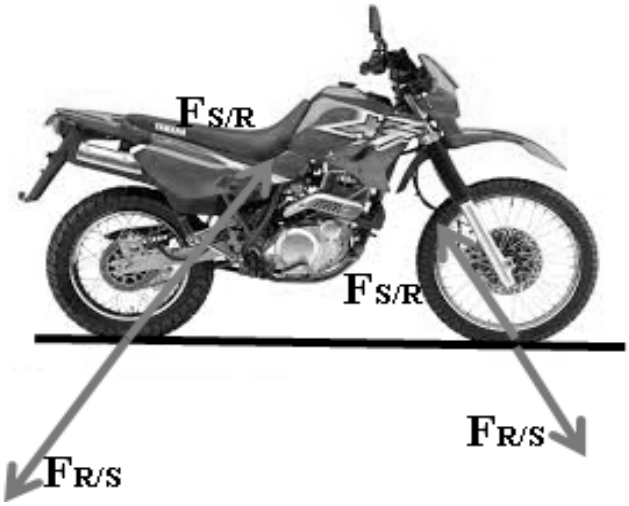


الشّكل (1) تصادم بين سيارة صغيرة وشاحنة كبيرة

مما لا شكّ فيه أنّ قوى الاحتكاك تلعب دورا مهمّا في حياتنا اليوميّة، فأحيانا نعمل على زيادة قوى الاحتكاك (كما في تدعيم العجلات المحرّكة للسيارات عند تساقط الثّلوج أو في أماكن الجليد)، وأحيانا نعمل على إضعافها والتّقليل منها قدر المستطاع، كما هي الحال في تشحيم الآلات الميكانيكيّة وتبديل زيوت المحرّكات قصد تسهيل حركتها وزيادة مردوديّتها، فأثار الاحتكاك إذن حاضرة في حياتنا اليوميّة باستمرار: فبفضل الاحتكاك نمشي على الأرض وبفضل الاحتكاك تتحرّك السّيارات ونستعمل مختلف آلات الدّفع والجرّ لإنجاز الأشغال والمشاريع الكبرى... ورغم هذه الأهميّة القصوى لقوى الاحتكاك، فإنّ

الموضوع لم يحظ بالعنايّة الكافيّة في برامج الفيزياء سواء في المرحلة المتوسّطة أو الثّانويّة، فعند تصفّحنا لبرنامج الفيزياء لا نجد سوى عنوان عن قوى الاحتكاك من دون توضيح أو تفصيل حول معالجة الموضوع أمّا في كتاب الفيزياء للسّنة الأولى ثانوي، فبصرف النّظر عن بعض الأمثلة التّقليديّة البسيطة عن قوى الاحتكاك الحركيّ والاحتكاك المعيق فإنّ الموضوع في نظرنا لم يعالج بشكل دقيق ومعمّق بحيث يمسّ المعارف القبليّة والمفاهيم المسبّقة لدى التّلاميذ، ومعظم التّمارين المقترحة تدور حول معالجة الاحتكاك المعيق للحركة وهذا من شانه أن يكرّس الاعتقاد السّائد عند الأغلبيّة العظمى من التّلاميذ وهو أنّ الاحتكاك يكون دائما معيقا للحركة لا مساعدا لها. وللتّوضيح أكثر نعطي مثالا حول علاقة التّفاعل بين عجلتي الدّراجة النّاريّة الأماميّة والخلفيّة والأرضيّة (العجلة المحرّكة والعجلة المجرورة، في حالة انطلاق الدّراجة) هذا المثال في الحقيقة يعطينا فكرة عن مدى صعوبة فهم واستيعاب قوى التّفاعل المساعدة والمعيقة للحركة. فالسّير بالأرجل أو الدّراجة أو السّيارة يتجاوز المخطّطات البيانيّة البسيطة والمتكرّرة في المراجع والكتب. والهدف من المثال هو تمثيل قوى التّفاعل بين الأرض والعجلة الخلفيّة (المحرّكة) للدرّاجة وكذلك الأرض والعجلة الأماميّة (المجرورة) في أغلب السّيارات تكون العجلة المحرّكة في الأمام وقد تكون أيضا في الخلف وفي البعض الآخر تكون رباعيّة الدّفع.

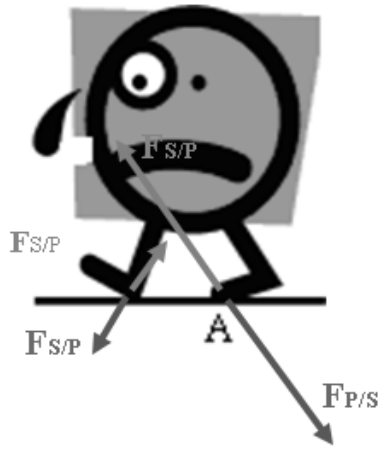
ملاحظة:S=sol, R=roue ، وعليه فإن FR/S هي القوّة التي تؤثّر بها العجلة على الأرض وهكذا.



الشّكل (2) تفاعل بين الأرضيّة والعجلتين الخلفيّة والأماميّة

في إحدى الدّراسات تحت عنوان" الاحتكاك الحركيّ: المنطق التّحليلي للتّلاميذ «حول أنماط التّفكير عند التّلاميذ في الفيزياء أوضحت أنّ معظم التّلاميذ يعتقدون أنّ قوّة الاحتكاك، تكون دائما معاكسة للحركة هذا من جهة، ومن جهة أخرى وجد أنّ تحليل الكتب المدرسيّة التي خضعت لهذه الدّراسة لا تعير أيّ اعتبار لهذه الأنماط من التّفكير وبالتّالي فهي تسهم في ترسيخها في أذهان التّلاميذ بدلا من إزالتها.

الوضعيّة الثالثة وهي حالة رجل يمشي على الأرضيّة



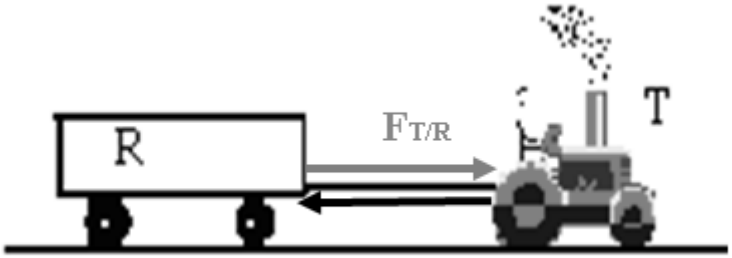
الشّكل (3) رجل يمشي على الأرضيّة فيكون تفاعل بين القدم والسّطح

في هذه الوضعيّة كما في الوضعيّة السّابقة، يمكننا تفسير آليّة المشي أو السّير على الأرضيّة لأيّ كائن حيّ أو جامد وذلك بتطبيق القانون الثّالثّ لنيوتن، الذي يجسّده التّفاعل بين الأرضيّة وقدم المتحرّك كما يتّضح من تمثيل الفعلين المتبادلين في الشّكل (3) فإنّ المتحرّك يضغط بأصابع قدمه على الأرضيّة إلى الخلف فترد الأرضيّة بدورها على أصابع القدم بقوّة مساويّة في المقدار ومعاكسة في الاتّجاه إلى الأمام كما يبدو في الشّكل (3). كما نرى من الشّكل، فإن القوّة $F_{S/P}$ تسهم في حركة المتحرّك نحو الأمام بينما القوّة $F_{P/S}$ نحو الخلف تعتبر صغيرة جدّا أمام كتلة الأرض (بالتّالي لا يمكنها التّأثير عليها)، أمّا القدم الثّانيّة فإنها تلعب دور الكابح في البدايّة حتّى يكون هناك نوع من التّوازن الظّرفي للمتحرّك كما يبدو من الشّكل، وعلى هذا الأساس نرى كيف يكون التّكامل بين قوانين نيوتن في الحركة.

الوضعيّة الرابعة وهي وضعيّة جرّار يجرّ عربة

الإشكال الذي يقع فيه التّلاميذ عند معالجتهم لهذا النّوع من الوضعيّات هو لجوؤهم إلى التّحليل السّطحيّ البسيط باعتمادهم منطق الفطرة السّليمة أو ما يسمّى في أدبيّات التّعليميّة بـ: common «sense» (وهو منطق خاطئ في بعض الأحيان) والذي يعتبر أنّ القوّة الأكبر تكون في جهة الحركة وهو تفكير بديل وخاطئ ولو نظرنا إلى المسألة بشكل أعمق؛ أي إلى (الجرّار+ العربة) كجملة واحدة وقمنا بتحليل لقوى الاحتكاك بين عجلات الجرّار والأرض ونفس العمليّة بالنّسبة لعجلات العربة والأرضيّة وقمنا بتطبيق المبدأ الأساسيّ للتّحريك لوجدنا بسهولة أنّ مركز الجملة يتحرّك في جهة الجرّار؛ لأن تأثير الطّريق على عجلات الجرّار أكبر من تأثيرها على عجلات العربة أي أن محصلة قوى تأثير الأرض على مركز الجملة يكون في اتجاه الحركة، وهنا نرى كيف يكون التّكامل بين القانونين الثّاني والثّالثّ أمّا التّفاعل

بين الجرّار والعربة (القانون الثّالثّ) فإنّه يبقى صحيحا؛ حيث يمكن النّظر إلى التّفاعل بين الجرّار والعربة وكأنّها قوى داخليّة.



الشّكل (4) جرّار يجر عربة محملة

تجاوز صعوبات فهم قانون نيوتن الثالث على السّيارة

لذلك عند محاولة إحداث تغيير مفاهيميّ (الانتقال من البديهيّة، غير المقبولة علميّاً إلى الأفكار المقبولة علميّا) عند الطّلاب، يجب أن يكون المعلّم على استعداد لتحدّي كلٍّ من جوانب الاستدلال والتّجربة للمفاهيم المقاومة. إذ لا يكفي الإشارة إلى أنّ فكرة شخص ما عن ظاهرة ما قد تكون خاطئة ومن ثمّة تقديم الفكرة الجديدة بدلاً من ذلك. ما لم يتمّ توفير طريقة التّفكير على السّيارة الفكرة الجديدة أيضًا، فلن يحدث أي تغيير مفاهيمي. لقد لاحظ كثير من الباحثين أنّ الطّلاب يواجهون مشاكل وشكوكا في قبول مفهوم جديد إلى أن يدركوا أن سبب تفكيرهم كان خاطئا. وخير مثال على ذلك هو قانون نيوتن الثّالثّ. لقد تمّ استكشاف صعوبات الطّلاب في هذا القانون بشكل جيّد وتوثيقها من قبل العديد من الباحثين نذكر منهم على سبيل المثال لا الحصر (ديفيد مالوني، ديفيد براون، كليمنت J ، Terry & jones[15]) في الواقع، ليس الطّلاب هم وحدهم، فقط من يواجه هذه الصّعوبات في قانون نيوتن الثّالثّ؛ بل أنّ المعلّمين أيضا، وحتّى بعض الفيزيائيّين يلاقون بعض المشاكل أيضًا كما أشار إلى ذلك س.هيلينغمان C.Hellingman [16] إنّنا نواجه الحقيقة التي لا يمكن تجاهلها وهي «ليس الطّلاب فقط ولكن أيضا الفيزيائيّين المحترفين إلى حدّ كبير ليس لديهم فهم كامل عن مفهوم القوّة. وسيكون من المفيد جدّا إجراء البحوث بين الفيزيائيّين قبل من الطّلاب».

كما أنّ هناك أيضا أدلّة قاطعة على أنّ هذه الصّعوبات تمتدّ إلى ما وراء الميكانيكا والتّأثير على مجالات أخرى في الفيزياء. قانون نيوتن الثّالثّ مثلا يسبب صعوبات متكرّرة في الوضعيّات المتماثلة (الأجسام المتفاعلة لها كتل متساويّة)، ولكن في حالات غير متناسقة كثيراً، ما يدعي الطّلاب أنّ القوّتين المتفاعلتين غير متساويّتين (ويعتقدون أنّ الجسم ذا الكتلة الأكبر يطبّق قوّة أكبر). ولا يعني ذلك أنّ الطّلاب لا يفهمون قانون نيوتن الثّالثّ أو لا يتذكّرون صيغته الرّياضيّة ($F_{A/B} = - F_{B/A}$) في التّدوين المعتاد، ولكنّهم ببساطة لا يثقون به بل أنّ أحد الطّلاب كتب في سياق الموضوع معلّقا: «أنا أعرف أنّ

القوى يجب أن تكون متساويّة بين الحصان والعربة، لقد قيل لنا هذا من قبل، ولكن هذا لا معنى له». ينطلق الطّلاب عادة من حقيقة واضحة وهي أنّ الفعل وردّ الفعل لهما آثار مختلفة من حيث تسارع أو تشوّه الأجسام المتفاعلة، وبالتّالي فإنّ التّحليل البسيط للمشكلة يؤدّي إلى استنتاج أنّ القوى التي تنتج أكبر التّأثيرات هي الأعظم. وليس من السّهل تغيير هذه المفاهيم حتّى عندما يقوم المعلم بتقديم أدلة تجريبيّة على أنّ القوى متساويّة، في جميع الحالات، فلن تؤدّي إلى تغيير مفاهيميّ؛ لأنّ معظم الطّلاب لا يستطيعون التّوفيق بين هذه النّتائج التّجريبيّة والخروج عن المنطق السّائد في أذهانهم. ومع ذلك، إذا كان المعلّم على درايّة بمشكلة الاستدلال (التّفكير) الكامنة يمكنه حث الطّلاب على التّنبؤ أولاً، بتأثيرات قوى متساويّة على أجسام كتل مختلفة باستخدام قانون نيوتن الثّاني. غالبًا ما يلجأ الطّلاب -دون مزيد من التّفكير المركز-إلى اتّباع تحليل الخطّ المبسّط في الخطوة الأولى، سوف يتنبّؤون بأنّ القوى المتساويّة تنتج تأثيرًا متساوًيا، ولكن في الخطوة التّاليّة سرعان ما يتداركون خطأهم. إذا كان المعلّم يتيح لهم الوقت الكافي للاستنتاج بأنفسهم بأنّ القوى المتساويّة يمكن أن تحدث تأثيراً مختلفاً (قد يستغرق الأمر بعضا من الوقت حتّى مع الطّلبة النّجباء) ولإدراك أنّ التّأثير يعتمد أيضًا على كتلة الجسم، فإنّ الغالبيّة العظمى من الطّلاب ستقبل قانون نيوتن الثّالثّ. إنّ الفائدة من هذا المداخلة ليست فقط قبول قانون نيوتن الثّالثّ، بل أكثر أهميّة، وهو تصحيح مهمّ لإطار عملهم البديل. من المهمّ أيضًا التّأكيد على التّعبير الشّفاهيّ للأفكار باعتباره جزءًا هامًّا من تطوير تفكير الطّلاب، فيجب أن لا يكون لدى الطّالب نقصٌ في استخدام مصطلحات الفيزياء المجرّدة مثل "القوّة"، وبدلاً من ذلك، استخدام مصطلحات اللغة اليوميّة (الدّفع، السّحب، إلخ.)، مثل هذه لا ينبغي أن تؤخذ على محمل الجدّ، على سبيل المثال، يرى فيجو تسكي أن اللغة هي الوسيط الرّئيسيّ لجميع الوظائف العقليّة العليا (seeVygotsky1934 / 1986) [17]، وبالتّالي، فهو يعتبرها شرطا لا غنى عنه للنموّ العقليّ. من الطّبيعي وصف العالم الحقيقيّ باستخدام مصطلحات الفيزياء. وإدراكًا أنّ اللغة تلعب دورًا حاسمًا في عمليّة النّموّ المفاهيميّ، ينبغي على المعلّمين أن يستخدموا ويشجّعوا الطّلاب على استخدام مصطلح القوّة وغيره من المصطلحات ذات الدّلالة العلميّة الدّقيقة عند شرح وضعيات حقيقيّة تنطوي على قانون نيوتن الثّالثّ. وهذا سيجعل الشّرح أكثر وضوحا ودقّة وبالتّالي قد يؤدّي إلى فهم أفضل للقانون وتطبيقه في وضعيات حقيقيّة. في هذا السّياق، تجدر الإشارة إلى أنّ الكتب المدرسيّة، للأسف مازالتّ تستمرّ في استخدام الصّيغة التّقليديّة للقانون الثّالثّ من حيث (الفعل / ردّ الفعل) بدلا من القوّة. يؤكّد وارن(1979) .Warren J.W [18] أنّ القانون الثّالثّ أُسيء فهمه؛ لأنّ الكتب المدرسيّة والمعلّمين يقدّمونه في شكل يشبه "الفعل وردّ الفعل متساويان ومتعاكسان". ويقترح أنّ المصطلحين "فعل" و "ردّ فعل" ينطويّان على علاقة سبب وتأثير زمنيّة متسلسلة بحيث توحي للطّالب بأنّ هناك فارقا زمنيّا بينهما، في حين أنّ القوى في القانون الثّالثّ في آن واحد عند التّفاعل. ومن المرجح أيضًا أنّ استخدام كلمة "متعاكستان" يمكن أن تفهم أنّ القوّتين تؤثّران على نفس الكائن، وهذا هو السّبب في أنّ العديد من التّلاميذ يخلطون بين القوى في القانون

الثّالثّ التي تؤثّر على جسمين مختلفين وبين قوى التّوازن التي تؤثّر على جسم واحد. وحتّى يقدّم القانون الثّالثّ بطريقة واضحة يجب أن نتجنب استخدام عبارة "فعل" و "ردّ فعل" و "معاكس" وأن نقدّم بدلاً من ذلك صياغة دقيقة وواضحة للقانون.

سوء فهم القوّة الجاذبة المركزيّة

مسألة أخرى ترتبط ارتباطًا وثيقًا بسياق المفاهيم الخاطئة لدى الطّلاب في الفيزياء، وهي حقيقة أنّ أغلبيّة كبيرة من الطّلاب لا تزال تحمل مفهوما خاطئا وهو أنّ القوّة المركزيّة الجاذبة هي قوّة حقيقيّة تساهم في محصّلة القوّة المطلوبة للحفاظ على جسم متحرّك في مسار دائريّ، في حين أنّها هي محصّلة نهائيّة لجميع القوى الحقيقيّة التي تبقي على الجسم في مسار دائريّ. ويبدو أنّ هذا الاعتقاد الخاطئ شائع حتّى بين عدد من المدرّسين وقد تمّ التّحذير منه من قبل عدد من الباحثين: نذكر منهم على سبيل المثال:

«ما هو المصطلح اللازم استعماله للقوّة اللازمة لتحريك كتلة على مسار دائريّ» أو بالإنجليزيّة:

«What name should be used for the force required to De Jong *move a mass in a circle»* [ML (1988) [19]}

و «دعونا نتخلّص من قوّة الجاذبيّة المركزيّة."

"Let's get rid of centripetal force." [20] Smith PA (1992)

وللتغلب على هذه المفاهيم الخاطئة لدى الطّلاب يجب التّأكيد، على أنّ القوّة الجاذبة المركزيّة هي مجرّد مصطلح فيزيائيّ معطى لمحصّلة القوى الحقيقيّة $\sum F_r$ والموجّهة نحو مركز الحركة، وليست قوّة حقيقيّة كباقي القوى المساهمة في المحصّلة النّهائيّة (أنظر على سبيل المثال) Galili، I.، & Hazan، A. (2000). ورغم ذلك، يبقى هذا الخلط بينها وبين القوى الحقيقيّة المساهمة في إنتاجها كمحصّلة، إذ لا يزال عدد كبير من الطّلاب ينظرون إلى القوّة الجاذبة المركزيّة كقوّة فرديّة (قوّة حقيقيّة) ويظهر ذلك عندما يطلب منهم تسميّة القوى الفرديّة التي تساهم في توليد هذه المحصّلة في وضعيّة معيّنة. وعلى هذا الأساس ينبغي أن نذكر مرّة أخرى للطلاب أنّ القوّة الجاذبة المركزيّة ما هي إلا مجموع القوى الحقيقيّة المساهمة في المحصّلة، كما هي الحال تماما عند تطبيق القانون الثّاني لنيوتن أو المبدأ الأساسيّ للتّحريك في الحركة الخطيّة وهي قوّة تخيليّة وليست قوّة حقيقيّة. وباستعمال هذه المقاربة سنتخلّص من هذا المفهوم الخاطئ عن القوّة الجاذبة المركزيّة. من المهمّ الملاحظة أنّ الأدبيّات حول المفاهيم الخاطئة تركّز بشكل رئيسيّ على الطّلاب وليس على المعلّمين. ويوضّح Yip D. Y (1998) [21] «أنّ هذا الاتّجاه يستند إلى الافتراض غير المبرّر بأنّ خريجّي الدّراسات العليا يمتلكون المعرفة اللازمة لتدريس المحتوى المطلوب في الفصل الدّراسي». ويضيف المؤلّف قائلا: "أحد مصادر سوء فهم الطّلاب هو

المفاهيم الخاطئة التي يروجها المعلمون أنفسهم". في الواقع، وجد الباحثون أنّ المعلّمين يدلون على سوء فهم كذلك على سبيل المثال في الفيزياء:

Gopal et al.2004; in biology: Yip, D.Y 23] Galili and Hazan 2000, in physical chemistry: [[22]. (1998)

«لذلك، من المهمّ أنّ يأخذ الطّلاب بعين الاعتبار، بالإضافة إلى المتدرّبين والمدرّسين عند التّحقّق من المفاهيم الخاطئة، كما يمكن أن تكون الكتب المدرسيّة سببًا آخر للمفاهيم الخاطئة». وفي هذا السّياق تذكر L. Viennot (2002)[24] أنّ القانون الثّالثّ يتمّ تحويله بعد ذلك تحت غطاء القانون الثّاني، في الواقع يتمّ انتهاكه ببساطة في التّأكيدات، بما في ذلك في الكتب المدرسيّة. ويظهر هذا الخطر بشكل واضح خاصّة في التّفاعلات المتلامسة.

الخلاصة (Conclusion)

في ضوء ما تقدّم ذكره نرى أنّ عمليّة تعلّم المفاهيم عمليّة تراكميّة البناء، وأنّها ليست فقط مهمّة لإضافة معلومات جديدة للمعلومات السّابقة لدى المتعلّم، بل هي تهدف إلى خلق تفاعل ما بين المعرفة العلميّة السّابقة والمعرفة العلميّة الجديدة. ولضمان هذا التّفاعل لابدّ من أن تتّصف المعرفة الجديدة بأنّها مفهومة ويمكن استيعابها، ولذا، فعلى المعلّم أن يراعي للطّلبة أمرين هامّين هما: المعرفة السّابقة وصفات المعرفة الجديدة. وبالنّظر إلى أهميّة المفاهيم خلال تعليمه المفاهيم العلميّة، فإنّه من المهمّ أن يمتلك التّلاميذ مفاهيم علميّة صحيحة، تساعدهم على فهم المادّة العلميّة، وتنقلهم من معرفة بدائيّة إلى معرفة صحيحة، ومتطوّرة خاليّة من المفاهيم الخاطئة أو التّصوّرات البديلة.

المراجع References

[1] . زيتون عايش محمود، (1999)، أساليب تدريس العلوم، عمان، الأردن: دار الشّروق للنّشر والتّوزيع. [2] . البلبيسي اعتماد، (2006)، أثر استخدام استراتيجيّة المتناقضات في تعديل التّصورات البديلة لبعض المفاهيم العلميّة لدى طالبات الصّف العاشر الأساسيّ، رسالة ماجستير (غير منشورة)، الجامعة الإسلاميّة – غزة.

[3] -صباريني محمد، الخطيب قاسم (1994) أثر استراتيجيات التّغير المفهومي الصّفيّة لبعض المفاهيم الفيزيائيّة لدى الطّلاب في الصّف الأوّل الثّانوي العلمي، رسالة الخليج العربي، العدد (49) السّنة 1

[4] . صبري ماهر، تاج الدّين إبراهيم، (2000)، فاعليّة استراتيجيّة مقترحة قائمة على بعض نماذج التّعلم البنائي وخرائط أساليب التّعلّم في تعديل الأفكار البديلة حول مفاهيم ميكانيكا الكمّ وأثرها على أساليب التّعلّم لدى معلّمات العلوم قبل الخدمة بالمملكة العربيّة السّعوديّة، رسالة الخليج العربي العدد السّابع والسّبعون.

[5] الأسمر رائد، (2008) أثر دورة التّعلم في تعديل التّصورات البديلة للمفاهيم العلميّة لدى طلبة الصّف السّادس واتجاهاتهم نحوها، رسالة ماجستير (غير منشورة)، الجامعة الإسلاميّة، غزة.

[6] Hugh G. Jones and Robert J. Mooney, (1981)Phy Educ. "An approach to conceptual difficulties in physics" Vol 16. in UK.

[7] Redish E F (2004) A theoretical framework for physics education research: modelling students thinking *ProcVarenna Summer School, 'Enrico Fermi' Course CLVI Varenna* ed E F Redish and M Vicentini (Amesterdam:ISO) pl

[8] Planinic M, boone W J, Krsnik R and Beilfuss M L (2006)Exploring alternative conceptions from Newtonian dynamics and simple DC circuits: links between item confidence *J. Res. Sci; Teach.* 43 150-71

[9] Viennot. L(2002) "Teaching Physics", 'Laws that hurt common sense' p 49-51, Éditeur: De BoeckSupérieur,.

[10] Hestenes, D., Wells, M. and Swachamer, G. (1992) Force concept inventory. The Physics Teacher, 30, 141–153

[11] Gauld, C. (1998) Solutions to the problem of impact in the 17th and 18th centuries and teaching Newton's 3rd law today. Science and Education, 7, 49–67

[12] Brown, D. E. (1989) Students' concept of force: the importance of understanding Newton's third law. Physics Education, 24, 353–358

[13] Hestenes, D., Wells, M., & Swackhamer, G. (1992). Force concept inventory. *Physics teacher*, 30, 141-153.

[14] Montanero, M., Suero, M. I., Perez, A. L. and Pardo, P. J. (2002) Implicit theories of static interactions between two bodies. Physics Educ, 37, 318–323.

[15] Terry and G.Jones, (1986). Alternative frameworks: Newton's third law and conceptual change, Eur. J. sci. Educ vol. 8. No3 pp. 291-298

[16] C.Hellingman, (1992). "Newton's third law revisited" PhysEduVol27, pp 112-115.printed in the UK.

[17]Vygotsky, L. S. (1934/1986). Thought and Language. Cambridge, Mass.: The MIT Press

[18] Warren, J. W. (1979). Understanding force. (John Murray, London).

[19] De Jong ML (1988). «what name should be used for the force required to move a mass on a circle? 1. Centripetal force, 2. Centrifugal force, 3. None of the above Phys. Teach. 26 470-1

[20] Smith PA (1992). let's get rid of "centripetal force" *phys. Teach* 30 316-7

[21] Yip, D. Y. (1998). Identification of misconceptions in novice biology teachers and remedial strategies for improving biology learning. *International journal of Science education.*20, 461-477

[22] Galili, I., &Hazan, A. (2000) Learners' knowledge in optics: interpretation, structureand analysis. *International Journal of Science education,* 22 57-88.

[23] Gopal, H., Kleinsmidt, J., &Case, J. (2004). an investigation of tertiarystudents' understanding of evaporation, condensation and vapor pressure. *International of science education,* 26, 1597-1620.

[24] Viennot L. *Teaching physics*, (2002). Éditeur : De Boeck Supérieur,