بناء المعرفة من خلال طبيعة العلوم

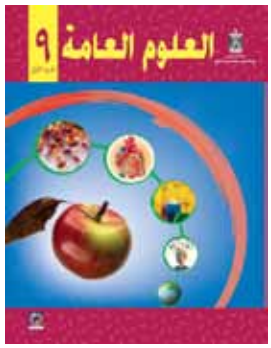
تجربتي في الثقافة العلمية

ختام الزبن

تعرض هذه الورقة تجربة معلمة في تدريس وحدة الوراثة للصف العاشر بعد أن أعادت بناءها وفق الورشة التي التحقت بها حول طبيعة العلوم. وتتناول التناقضات المعروضة في وحدة طبيعة العلوم في المنهاج الفلسطيني ورغبتها في إدراج طبيعة العلوم وفلسفتها في دروسها. وتعرض التحديات التي واجهتها في تعليم طبيعة العلوم من خلال وحدة الوراثة التي صممتها، وعن تأملاتها خلال عملية التخطيط والتطبيق. وتشير إلى ما تعلمته في هذه التجربة على الصعيد المعرفي والبحثي.

مقدمة

1. وحدة طبيعة العلوم موجودة في كتاب الصف التاسع، وهي وحدة مهمة في نظري، لكنها تحوي إشكاليات عديدة، حيث تطرح أن العلوم: إمبريقية، عقلانية، وأن الحقائق قابلة للتعديل والتغيير، وأنها تراكمية البناء، وأنها تعتمد على المنهج العلمي. ووصفت الوحدة العلم بأنها مادة وطريقة. وواجهت صعوبة كبيرة في تعليم هذه المفاهيم للطلبة. كنت لا أجد ربطاً بين هذه الوحدة وبين العلوم. فبالإضافة إلى أنها وحدة جامدة، فهي أيضاً تعرض المفاهيم بشكل متناقض يصعب عليّ شرحها للطالبات: فمثلاً كيف للعلوم أن تتغير (وهي بالفعل تتغير عبر الزمن) وفي الوقت نفسه نقول إنها عقلانية؟ أو أنها تعتمد على طريقة أو منهج علمي؟ وما الذي يتغير بالضبط، النظريات فقط أم القوانين والمبادئ أيضاً؟ وإذا كانت تتغير، لماذا تسمى حقائق؟



أسئلة كثيرة راودتني وأنا أعلم هذه المادة لمدة (8 سنوات)، وربما من أهم الأسئلة هو كيف أقنع طالباتي بهذا الحديث؟ لست هنا بصدد تقييم الوحدة، ولا أدّعي أني استطيع ذلك، لكن الشعور بوجود تناقضات جعلني على يقين بأن هناك مشكلة ما في هذه الوحدة، ولا أستغرب حديث زملائي عن تأجيل الوحدة إلى آخر الفصل، والبعض كان يعطيها للطلبة للقراءة فقط، بينما كان البعض الآخر يحذفها.

2. كانت الرغبة في التغيير لديّ داخلية لأني أحب العلوم وأرغب في أن أجعل طالباتي يحبون العلوم كذلك، وكنت أبحث عن الفرصة لكي أحسن من تعليمي. كان لحسن الحظ أني شاركت في ورشة عمل عقدها مركز القطان للبحث والتطوير التربوي خصصت لهذا الموضوع بالذات، فأبديت رغبتي في المشاركة. وكانت الورشة مكثفة، ما يقارب 40 ساعة عملية، تعرضنا فيها إلى مفاهيم جديدة وطرق تعليم مختلفة تتعلق بطبيعة العلوم. وكان من الممتع جداً أني تعرضت لقراءات في تاريخ العلوم وفلسفتها، فقرأنا عن أرسطو، وكبرنيكوس، وجاليليو، وبويل، وواتسون وكريك (الـ DNA)، وعن أفكار بوبر وكون، والعديد من القراءات التي أظهرت حياة العلماء وطرق توصلهم للمعرفة والنظريات، وقصصاً شخصية عنهم، ومشاكلهم مع العلماء الآخرين، وعناصر الضغط الاجتماعية والثقافية التي مروا بها، وفي كثير من الأحيان أوهام علمية استمرت لسنوات على أنها حقائق (مثلاً مقالة الأشعة النونية).[1] تعرضنا أيضا إلى الاستقصاء، واخترنا وحدات دراسية من المنهاج، وأعدنا بناءها لتشمل طبيعة العلوم، وكان هذا تمريناً رائعاً وفي صلب المنهاج.

3. تغيرت نظرتي عن العلوم بعد الورشة وأصبحت أدرك أهمية وجود قصص تتعلق بالعلماء وآلية توصلهم للمعرفة، بحيث تعطي صورة أخرى عن العلماء غير تلك الموجودة في كتب العلوم. فمن خلال القراءات العديدة، ومن خلال النشاطات التي عملناها في الورشة، تعلمت أن طبيعة العلوم تحوي الاستدلال، والتخيل، وبالتالي هي مثقلة بالنظريات الشخصية والاجتماعية والأيديولوجية، فالنزعة الإنسانية موجودة كباقي العلوم الإنسانية، ولا عجب في أنها تتغير. ليست النظريات تتغير، بل أيضاً القوانين والمبادئ، فهي ليست سوى علاقات بين مشاهدات، وإذا كانت المشاهدة «العلمية» تنطلق من نظرية ما في عقل العالم، إذاً فهي قابلة للتغيير أيضاً. وما أدهشني حقاً من خلال القراءات، أنه لا يوجد طريقة أو منهج علمي واحد كما هو في الكتاب المدرسي، بل عدة طرق (مثلاً قصة اختراع جرة لادن).

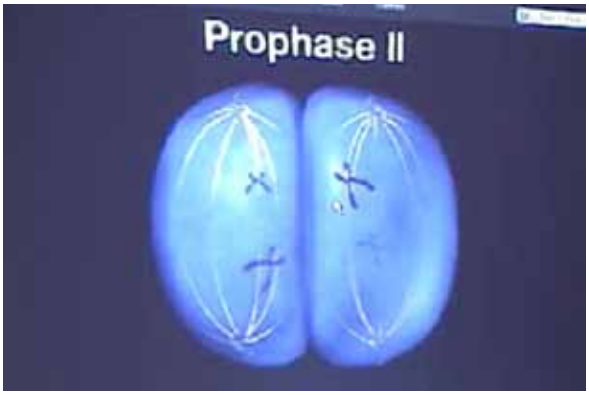
4. انهينا الدورة، واستلمت الشهادة ولكن ماذا بعد؟ ماذا أفعل بها؟ هل أعلقها لأقول أني التحقت بدورة عن طبيعة العلوم؟ كان جل تفكيري خلال الدورة في طالباتي، كيف أنقل لهن ما تعلمته، فالموضوع ممتع بعكس ما هو معروض في المنهج، ولا بد من أن يتعرفن على طبيعة العلوم، على الأقل أن يتعرفن على تلك القصص التاريخية التي قرأتها، فهي في صلب الموضوع. لكن كيف أقول لهن إنه لا توجد طريقة علمية وطوال الوقت يدرسن أنها تبدأ من المحسوس، يليها التجريب، ثم النتائج؟ كيف يمكن أن أقول لهن إن العلوم «غير موضوعية» أو مثقلة بالنظريات، وهم يقدسونها ويعتبرونها حقيقة؟ ماذا لو تغيرت الحقائق التي أدرّسها لهن في المستقبل؟ فكل يوم نسمع خبراً جديداً؛ مثلاً أن شكل الذرة ليس كما ندرسه نحن. كان لا بد لي من المغامرة. لا بد في أن تمر طالباتي بعملية عصف ذهني تماماً كما مررت بها أنا وزملائي خلال الدورة. حاولت أن أعطي وحدة طبيعة العلوم لطلبة التاسع بأسلوب جديد يشبه ذلك الذي تعلمته في الورشة؛ أي إدخال القصص وبعض من الفلسفة عن المعرفة العلمية، لكن بقيت الوحدة منفصلة عن المادة العلمية. كان لا بد من أدخل طبيعة العلوم في وحدات العلوم المختلفة، وأن لا تبقى وحدة طبيعة العلوم منعزلة كأنها مادة تاريخ أو فلسفة أو تربية.

5. بادرت بمساعدة المركز في إعادة بناء وحدة «الوراثة» للصف العاشر (الوحدة الخامسة)، فتخصصي أحياء، وربما من السهل عليّ أن أتحدث في الموضوع من أن أتناول موضوع في الجيولوجيا

أو الفيزياء مثلاً. فالوحدة تتحدث عن الـ (DNA) ومكوناته الكيميائية، وطرق تضاعفه، وانقسامات الخلية وعن الوراثة المندلية، والصفات المندلية وغير المندلية. وحدة مليئة بالمصطلحات والحقائق، فهي تحوي مفاهيم مجردة وعمليات انقسام غير مرئية بحاجة إلى تخيل من قبل الطالب. نعم، تخيل وهذا هو المطلوب، فكما تخيل العلماء المعرفة العلمية، أحببت في أن أدخل طالباتي في عملية تخيل أيضاً.

التخطيط للوحدة

6. اجتهدت واستخدمت القصة التاريخية. في رأيي، هي أسهل طريقة لعرض الموضوع. استخدمت قصة واتسون وكريك خلال عملية إنتاجهم للمعرفة حول الـ (DNA)، فهي من مذكراتهم الشخصية أثناء العمل، ونشرت في كتاب لواتسون.[2] القصة عرضت في الورشة،[3] وفيها متعة وخروج عن المجرد والمألوف. يقول الكاتب الاجتماعي برونو لاتور[4] عن قصة واتسون وكريك، مشيراً إلى رسمه لوجهين، وجه شاب ووجه عجوز: «إذا تناولت هاتين الصورتين –صورة المعرفة كصندوق أسود، وصورة المعرفة بشكلها المكشوف– فهما صورتان مختلفتان تماماً كما هو الحال بالنسبة للصورتين على وجه قطعة النقود: الأولى العلوم أثناء العمل، والثانية العلوم الجاهزة. يجب أن نتخذ قراراً هنا: يجب أن ندخل العلوم من خلال باب صناعة العلوم وليس من باب العلوم الجاهزة».[5] أؤيده في ذلك تماماً، فالانطلاق بالعلوم من حيث بدأت وسرد قصة الإنتاج هو في غاية الأهمية، ويعرض الطلبة لطبيعة العلوم. وكان هدفي من القصة أولاً أن أعلم عن الـ (DNA) من خلال «الصناعة» كما يقول لاتور، وأيضاً أن أعلم معرفة عن طبيعة العلوم من خلال الوحدة وأحداث القصة.



7. لكن القصة لا تكفي، فأنا بحاجة إلى الحديث عن الانقسامات وأسمائها وآلياتها ولماذا وأين تحدث، وهذا يقودني إلى المجرد من جديد. لجأت إلى الإنترنت، وكنت قد وجدت أفلاماً متحركة رائعة تظهر الخلية وانقسامها عبر المجهر الإلكتروني، كما تعرض نموذج محاكاة متحرك عن عملية انقسام الـ (DNA) نفسه. لقد استخدمت هذه الأفلام من قبل، لكن ليس في مثل هذا السياق. قلت لنفسي «ربما يكون من المفيد استخدامها للتعليم عن النموذج»، لكن كيف؟ ومتى؟ وأين؟ لم أكن اعرف.

8. هذا النوع من التخطيط والتوظيف بحاجة إلى مصادر تقنية: الإنترنت وجهاز عرض. لحسن الحظ أنه كان متوفراً في قاعة المدرسة جهاز عرض (LCD) وشاشة عرض مقدمة من قبل المركز نتيجة مشروع آخر. 6 هنا اضطررت إلى تغيير مكان التعليم من الصف والدروج المرتبة عمودياً وأفقياً باتجاه واحد إلى القاعة التي تفسح المجال أمام الطالبات الجلوس بشكل دائري. ربما يكون هذا مزعجاً لي أثناء الشرح، لكن ربما يكون مفيداً أثناء عمل النشاطات.

9. كان لدي تصور أولي لما سوف أقوم بعمله في الحصص المقبلة، لكن خططت للحصة الأولى بشكل جيد، وجعلت تخطيطي للحصص المقبلة حسب مجريات الحصص التي أنفذها أولاً بأول. السؤال الذي كان يراودني: أين؟ وكيف؟ ومتى أعلم عن أن العلوم استدلالية، تخيلية، قوانينها متغيرة، وأنه لا توجد طريقة علمية واحدة؟ والأهم كيف أعلمها بشكل غير مصطنع، أي جزها في الموضوع من غير معنى وفي غير موقعها، فالطالبات ذكيات، وسوف يشعرن بذلك.

التطبيق

1. التخطيط ليس كالتطبيق، وهو في العادة أسوأ. في حالتي، كان فيه تحد ممتع. فمجرد خروج الطالبات من جو الصف الممل إلى جو القاعة (أي تغيير المكان) كان شيئاً كبيراً بالنسبة لهم، كن متحمسات والبسمة على وجوههن، ما شجعني كثيراً.

2. الكل آذان صاغية للقصة وأحداثها. فالقصة تتحدث عن مؤامرات بين فريقين علميين: أحدهما يتبنى فرضية أن (DNA) ثلاثي إهليجي، والفريق الآخر الممثل بواتسون وكريك، لا يؤيدون ذلك، ولديهم دلائل غير كافية على أنه ثنائي إهليجي. وتعرض القصة أيضاً كيف أن واتسون لجأ إلى خبرة العالم الشخصية الذي كان يعمل معه في الأحماض والقواعد، ولم يتبع ما هو موجود في الكتب، ولولا ذلك لما توصل إلى شكل الـ(DNA). كما تعرض القصة محددات الوقت والضغوطات التي تعرض لها الفريق الآخر لكي ينشر شيئاً في الدوريات العلمية، كما تعرض أحداثاً ممتعة كثيرة من داخل المختبر.

من خلال هذه القصة، استطعت أن القي الضوء على طبيعة العلوم، وأن أناقشها مع الطالبات، واستطعت أن أجعلهن يقارن بين ما كانوا يعرفونه عن طبيعة العلوم، وتلك التي تعرضوا لها من خلال القصة. كما استطعت أن أدخل في المفاهيم العلمية حول القواعد والفوسفات المكونة لـ (DNA) وأمور علمية

أخرى، جميعها دخلت عبر هذه القصة. عرضت ما لدي من أفلام محاكاة حول الـ (DNA)، ووضّحت عملية الانقسامات فيه بشكل رائع، وتعلمت الطالبات كثيراً حول الانقسام.

3. لم أكن راضية كل الرضا من الحصة، لكنها جيدة نوعاً ما. لم أستطع أن أشير للطالبات إلى أن العلوم هي ليست فقط إمبريقية، بل أيضاً استدلالية فيها تخيل. بالاستشارة مع أ. نادر، ومن خلال المقابلات التأملية التي كان يعقدها معي بعد كل حصة انتبهت أن الفيلم يعرض صورة «حقيقية» عن الخلية، لكن عندما كان يعمل تقريب (زوم)، كان يتحول الوضع من «الحقيقة» إلى «النموذج» دون ملاحظة الطلبة ذلك. شعرت بالقلق، حيث يمكن أن يعتقد الطلبة أنه تمت مشاهدة الـ(DNA) نفسه عبر الميكروسكوب، الأمر الذي لم يحدث حتى الآن، ولا أعتقد أنه سيحدث «فهناك مقالة تتحدث عن أنه حتى تلك الأجسام التي ترى في الميكروسكوب الإلكتروني هي نتاج مرئي لعمليات معالجة الكترونية عديدة، فهل نشاهد الشيء كما هو؟

لكن قبل ذلك، كان لا بد من أن أتحدث عن مفهوم الاستدلال والتخيل لغوياً. فكنت أعتقد أن الاستدلال هو استنتاج من البيانات الموجودة، وأنها لا تحوي تخيلات إبداعية، لكن الآن توضح معناها لي. أنا متأكدة من أن الطلبة سيقعون في المشكلة نفسها، فما فائدة أن أتحدث عن مفاهيم ومصطلحات بينما يفهمها الطالب بشكل مغاير، هنا ينقطع التواصل ويصبح التعليم عبثياً. وفكرت بتجربة روذرفورد التي عرضت في الورشة، فهي أفضل طريقة لأن افتتح الموضوع حول الاستدلال والتخيل، وأعزز ذلك بمثال الميكروسكوب حول الـ(DNA).

4. عرضت تجربة روذرفورد، حيث عمل الطلاب على إطلاق كرات من فرد (لعبة) باتجاه فتحة في صندوق (أسود مغلق)، وطلبت من الطالبات أن يتعرفوا على الشكل الموجود في داخل الصندوق من خلال اتجاه خروج الكرة من الجانب الآخر، فهناك كرات ترتد، كرات تنحرف وكرات تخرج كما دخلت. بناءً على هذه البيانات، طلبت من الطالبات أن يرسمن الشكل داخل الصندوق. كان الأمر في غاية اليسر، حيث أوضحت أن العلوم إمبريقية، لأننا نعتمد على بيانات ومشاهدات (كرات) لكنها استدلالية تخيلية أيضاً، لأننا نتوصل من هذه البيانات إلى شكل متخيل لما في الصندوق. هنا الصندوق هو الذرة، والكرات الداخلية هي الإلكترونات والبروتونات . . . الخ. هكذا عمل روذرفورد، وهكذا توصل إلى شكل الذرة. شكل الذرة إذاً نموذج متخيل بناء على بيانات.

5. خرجت من الحصة مرتاحة نوعاً ما، لأن الطالبات تعلمن شيئاً جديداً. أعتقد أن طبيعة العلوم بأنها استدلالية وأنها تخيلية بناء على البيانات الحسية قد وصل للطالبات وبشكل منطقي. بالإضافة إلى أن تجربة روذرفورد بطبيعتها استقصائية، حيث عملت الطالبات عبر المجموعات في التعرف على ما في داخل الصندوق. واستطعت أيضاً أن أكامل بين درس الذرة ودرس الوراثة، فالذرة والخلية كلاهما نماذج متخيلة بناء على بيانات. وما أفرحني كثيراً أن الطالبات شاركن بفاعلية كبيرة، فكن يطرحن أسئلة متنوعة، وأحياناً جدلية حول طبيعة العلوم. كان من الصعب عليهن قبول أن المعرفة مثقلة بالنظريات؛ أي أنها غير موضوعية، فقد تعلمن في التاسع من خلال وحدة طبيعة العلوم أن من خصائص العلوم والمنهج العلمي «الموضوعية»، وهو مفهوم أو معتقد راسخ يصعب تغييره. ففكرت في طرح المزيد من الأمثلة حول كيف أن العلوم مثقلة بالنظريات ابتداء من المشاهدة.

6. في حصة لاحقة، انتقلنا للحديث عن مندل، حيث عرضت نبذة عن حياته وأكدت أن قوانين مندل جاءت قبل أن يتم التعرف

على المادة الوراثية بكثير. كان هذا مهم بالنسبة لي، بالتالي كانت قوانينه عبارة عن ربط مشاهدات وبيانات بعضها ببعض، من خلال تجاربه العديدة على نبات البازلاء. إن معظمهن لا يتذكرن أو ربما لا يعرفن عن أقسام الزهرة، وكيف تتكاثر. درس كان قد مر عليهن في الصف السابع. لا أستطيع أن أبدأ بمندل وآليات تحكمه بتكاثر زهرة البازلاء دون الرجوع إلى تكاثر الزهرة من جديد. رسمت الزهرة، وتحدثت عن أنواع تكاثر الزهرة، وعندها شعرت أنه من السهل الآن أن أدخل في موضوع مندل وأشرح عن آليات تحكمه بزهرتها. وانفتحت الطريق أمامي خلال الشرح أن أتحدث عن الطريقة العلمية: النص الآتي مقتطفات من التسجيل كان قد سجله الباحث نادر وهبة وعرضه عليّ للتأمل في الحصة:

الصف العاشر (26-10-2008): م = معلمة، ط: طالبة: أسماء الطالبات مستعارة

م: تحدثنا عن مندل وكيف توصل إلى قوانينه، وأيضاً تعرفنا كيف توصل واتسون وكريك إلى شكل الـ(DNA)، هل تلاحظون الفرق بين عملهما؟

ط: سوسن: توصل مندل إلى قوانينه عبر التجارب.

م: جميعهم عملوا تجارب. معرفتهم مبنية على الإمبريقية. (صمت).

م: طيب، تذكرون في الصف التاسع أنكم درستم عن خطوات المنهج العلمي . . . مين يعرفلي إياها؟

م: ممتاز، الآن مين منهم اتبع هذه الخطوات مندل وواتسون وكريك؟

ط: رائدة: آه مس مس . . . واتسون وكريك ما اتبعوا هذا المنهج؟

م: رائع: لماذا تقولين ذلك؟

ط: رائدة: لأنهم كانوا يشكون في شكل الـ(DNA) ويريدون فقط أن يؤكدوه ويثبتوه.

م: ماذا عن مندل؟

ط: فاتن: مكانيش يعرف عن الكروموسومات، فكان يجرب بالمنهج العلمي.

كان هذا النقاش بالنسبة لي مرضياً، فقد توصلت الطالبات بأنفسهن إلى أن هناك طرقاً عدة وليس طريقة أو منهجية واحدة . . . تبدأ من المشاهدة إلى النتائج، بل يمكن العكس أيضاً: أن نبدأ من نظرية ونحاول إثباتها.

لكن، هناك شيء غير صحيح، لم أشعر بالراحة. عرفت السبب خلال المقابلة البعدية مع الباحث. شعرت أن الطالبات لم يدركن الصفات السائدة والصفات المتنحية بشكل جيد، فقد كان الشرح مجرد، وكن يسمعن ويكتبن وكانوا يهزون رؤوسهن بأنهن (فاهمات) لكن أنا غير متأكدة من ذلك. قررت في الحصة المقبلة أن أركز على ذلك بشكل أكبر، وأن أبحث عن تجربة استقصائية عملية. بحثت بالإنترنت، وبمساعدة الباحث، توصلنا إلى تجربة رائعة: تسمى (Reebops)،[7] وتعتمد على مواد أولية مثل الـ(Marshmallow) وعيدان ودبابيس ملونة وأسلاك. صنعنا من المواد «حيواناً صغيراً» يدعى (Reebop) يحمل صفات جينية معنية (عين زرقاء، ذنب طويل، أرجل قصيرة، . . . الخ) وزاوجناه مع (Reebop) آخر ذي صفات جينية أخرى، وطلبت من الطالبات أن يصنعن من المواد التي بحوزتهن أجيالاً من (Reebops) بكل احتمالات الصفات الوراثية التي يحملونها.

كان استقصاء بمعنى الكلمة، وشعرت أن غرضي من تعريف الطالبات بقوانين مندل وآلية عملها كان واضحاً. كانت فرحة الطالبات وهن يعملن واضحة، فنادراً ما كانوا يعملون بشكل جماعي داخل الحصة.

خاتمة

كانت تجربة تعلمية رائعة. قررت أن أعتمد تاريخ وفلسفة العلوم في تعليم مواضيع العلوم متى كان ذلك مناسباً. وبالفعل، فقد أعدت بناء وحدة الحسابات الكيميائية، ووظفت قصة لافوازييه وبيرسلي الموجودة في كتاب ثوماس كون،[8] لتوضيح أن العلوم مثقلة بالنظريات. وتعلمت الشيء الكثير. فقد كنت أعلم مفهوم المول، وعن عدد أفوجادرو من دون معرفة من أين وكيف جاء أفوجادرو بهذا الرقم؟ بحثت رجعت إلى تاريخ الكيمياء لكي أعرف أن العدد الدقيق الذي نعرفه الآن هو ليس من أفوجادرو نفسه، بل نتيجة تجارب بواسطة أدوات تقنية حديثة جاءت بعد أفوجادرو بكثير. انجذبت الطالبات لهذه الوحدة المعروفة بجمودها وصعوبتها الكبيرة، وطلبن مني الاستمرار في هذا النهج. كلماتهن وتعليقاتهن شجعتني على الاستمرار.

لقد استفدت من التجربة كثيراً:

1. أستطيع أن أقول إن دوري قد تغير بشكل كبير نتيجة التجربة. فبعد أن كنت مصدراً للمعلومة، أصبحت أنا وطالباتي باحثة عنها ومن مصادر متنوعة. وهذا أدى إلى تغيير نظرة الطالبات عن العلوم، ما شجعني على الاستمرار بالنهج الجديد نفسه، وهذا يتطلب مني القراءة والبحث عن المعلومات من مصادر مختلفة وتطوير معرفتي بالتخصص وبتاريخ المعرفة العلمية لكل وحدة، وهذا ما عزز تطويري لذاتي.
2. أدركت أهمية إفساح المجال للطالبات للحديث والتعبير عن آرائهن. فكثيراً ما اكتشف من خلال جولاتي بين المجموعات وملاحظاتي أثناء حديثهن في النشاط أنهن لم يفهمن المادة، أو اختلطت لديهن الأمور حول طبيعة العلوم، ومن هنا كنت بحاجة إلى مادة أخرى تعزز المفاهيم وبطرق مختلفة.
3. بالتالي، لم أرَ في الخطة الدقيقة التي يطلبها مني عادة الموجهون أي ضرورة، فكل يوم يتغير البرنامج، ويتغير التخطيط، وحتى الموضوع. فما أن تفتح المجال للطالبات بالحديث والتعبير عن رأيهن حتى تجد نفسك بحاجة إلى معرفة أكثر حول الموضوع، وبحاجة إلى مصادر مختلفة.
4. قد يتساءل البعض أن وحدة الوراثة أخذت مني أياماً أكثر من المقرر، لكن العكس هو الصحيح: لقد أنهيت الوحدة في ست حصص تقريباً، إذ كانت تأخذ مني أسبوعين تقريباً. السبب هو أن القصص، والنشاطات الاستقصائية كانت شاملة لمواضيع

عدة، كنت أخصص لكل منها حصة من غير داع. منهاج المواضيع المنفصلة كما هو حاله الآن غير مفيد، وهو مضيعة للوقت. هذا ما توصلت إليه من خلال تجربتي، وهو رأيي الخاص. أعتقد أنه شرعي لأنه نابع من تجربتي الخاصة.

5. نقطة مهمة أخرى أنه مهما كانت الدورات رائعة ومثيرة، فهي في رأيي محدودة الفائدة ما لم تحول إلى تطبيق في داخل الصفوف. فما أخذناه في الورشة كانت تجارب عامة ووحدات محضرة، لكن عندما تأتي إلى أرض الواقع وفي غرفة الصف والتخطيط، والتنفيذ، هنا نكون فعلاً على المحك. ربما شعرت بعد انتهاء الورشة إني قد ملكت معرفة جديدة عن طبيعة العلوم، لكن هذا غير دقيق، فهمت ما كان يقال لنا في الورشة بأن المعرفة تبنى من خلال الممارسة. مثلاً: حسبت أني فهمت الاستدلال، لكن عندما طبقت الوحدة، شعرت أني متقوقعة في مفهوم أن الاستدلال هو استنتاج- قد يبدو الاثنان سيان، لكن الاستنتاج في العلوم هو مخرج لا يظهر فيه التخيل، بينما الاستدلال هو عمليات ذهنية تؤدي إلى الاستنتاج أو النموذج النهائي: هذا طبعاً تفسيري لما فهمته عن الاستدلال من خلال الممارسة.

6. أخيراً، كانت للقاءات التي كان يعقدها الباحث معي قبل وبعد اللقاء في غاية الأهمية. فهي جلسات تأملية فيما جرى، وتوقعات ما سوف يجري. كنت أحضر الحصص المصورة، أسمع التسجيل، وفي بعض الأحيان أسمع مقتطفات من التسجيل. هنا كنت أعي المشاكل، وأخطط بناء عليها.

وأخيراً، جاءت مشاركتي في هذا المؤتمر إيماناً مني بأهمية تعميم هذه التجربة على بقية الزملاء، فهي لم تكن أسلوباً جديداً في تعليم العلوم فحسب، بل كانت حيزاً للتعلم والتطور الذاتي ومكاناً للعمل مع طالباتي في إنتاج معرفة جديدة.

ختام الزبن
مدرسة الشيخة فاطمة – المزرعة الشرقية – رام الله

الهوامش

[1] Nye, M. J. (1980). N-Rays: An episode in the history and psychology of science. *Historical Studies in the Physical Sciences, 11,* 125-156.

[2] Watson, J. (1980). The Double Helix: A personal account of the discovery of the structure of the DNA. Atheneum.

[3] القصة نشرت لاحقا ضمن مقالة في رؤى تربوية للباحث نادر وهبة، عدد 29 بعنوان: جدلية الموضوعية وأسطورة الطريقة العلمية – نحو تكاملية بين العلوم والفنون ص 16.

[4] Latour, B. (1987). Science in action: How to follow scientists and engineers through society. Cambridge, MA: Harvard University Press.

[5] وهبة، نادر (2009). «جدلية الموضوعية وأسطورة الطريقة العلمية – نحو تكاملية بين العلوم والفنون» **رؤى تربوية**، عدد 29. ص: 20–21.

[6] مدرسة الشيخة فاطمة التي أعلم فيها شاركت في مشروع السينما في التعليم مع مركز القطان للبحث والتطوير التربوي، وحصلت المدرسة على هذه التجهيزات كجزء من المشروع، وبقيت في المدرسة لاستمرارية المشروع.

[7] Soderberg, P. (1992). Marshmallow Meiosis. *The Science Teacher, 59*(8), 28-31.

[8] كون، ثوماس (1996). **بنية الثورات العلمية**. ترجمة: حيدر الحاج إسماعيل، بيروت: مركز دراسات الوحدة العربية.