

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/323142965>

Thiết kế hoạt động STEM: Sự cần thiết phải hợp tác giữa giáo viên các bộ môn

Conference Paper · January 2017

CITATIONS

0

READS

520

3 authors:



Tăng Minh Dũng

Ho Chi Minh City University of Education

20 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

SEE PROFILE



Nguyễn Thị Nga

4 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

SEE PROFILE



Lê Thái Bảo Thiên Trung

Ho Chi Minh City Pedagogical University

10 PUBLICATIONS 5 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Teaching of notion of limit [View project](#)

THIẾT KẾ HOẠT ĐỘNG STEM

SỰ CẦN THIẾT PHẢI HỢP TÁC GIỮA GIÁO VIÊN CÁC BỘ MÔN

Tăng Minh Dũng, Nguyễn Thị Nga*, Lê Thái Bảo Thiên Trung
Khoa Toán - Tin học - Trường Đại học Sư phạm TP Hồ Chí Minh

Tóm tắt

Thiết kế một hoạt động STEM đòi hỏi phải huy động kiến thức của nhiều lĩnh vực khác nhau. Trong điều kiện hiện nay, nếu một giáo viên tự soạn một hoạt động dạy học theo định hướng STEM thì sẽ mất nhiều thời gian và có thể nhưng cũng không đủ kiến thức để đảm bảo sự chính xác khoa học của nội dung các môn học khác. Như vậy, việc hợp tác giữa các giáo viên bộ môn với nhau là thật sự cần thiết để tổ chức dạy học STEM. Trong tham luận này, chúng tôi sẽ chỉ ra sự cần thiết phải hợp tác giữa các giáo viên môn Toán, Khoa học tự nhiên và Công nghệ thông qua phân tích một số ví dụ STEM đã triển khai ở các nước khác. Từ đó, đề xuất một quy trình hợp tác làm việc giữa các giáo viên bộ môn khác nhau khi thiết kế và phân tích một hoạt động STEM ở trường phổ thông.

Từ khóa: giáo dục STEM, liên môn, hợp tác làm việc.

Astract

STEM activity design: the need of cooperation among the teachers of different disciplines

Designing a STEM activity requires the mobilization of knowledge of many different areas. Under the current conditions, if a teacher develops a STEM-oriented teaching activity, it will take time but not enough to ensure the scientific accuracy of the content of other subjects. As such, collaboration among the teachers of many disciplines is essential to organize STEM teaching. In this paper, we will point out the need for cooperation between math, science natural and technology teachers through the analysis of some of the STEM examples that have been developed in other countries. From there, we propose a collaborative working process between different subject teachers when designing and analyzing a STEM activity in high school.

Keywords: STEM education, interdisciplinary, working cooperation.

1. Đặt vấn đề

Trước yêu cầu đòi hỏi ngày càng cao về chất lượng nguồn nhân lực, ngày 4/5/2017, Thủ tướng Chính phủ đã ban hành chỉ thị 16/CT-TTg về việc tăng cường năng lực tiếp cận cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ 4. Trong đó, một trong các giải pháp được nêu ra trong chỉ thị này là cần “thay đổi mạnh mẽ các chính sách, nội dung, phương pháp giáo dục và dạy nghề nhằm tạo ra nguồn nhân lực có khả năng tiếp nhận các xu thế công nghệ sản xuất mới, trong đó cần tập trung vào thúc đẩy đào tạo về khoa học, công nghệ, kỹ thuật và toán học (STEM)” (tr. 3).

Tiếp đó, trong Chương trình giáo dục phổ thông - Chương trình tổng thể được công bố vào tháng 7/2017, Bộ Giáo dục và Đào tạo cũng đã xác định: “Cùng với Toán học, Khoa học tự nhiên và Tin học, môn học Công nghệ góp phần thúc đẩy giáo

* Email: ngant@hcmup.edu.vn

dục STEM, một trong những xu hướng giáo dục đang được coi trọng ở nhiều quốc gia trên thế giới và được quan tâm thích đáng trong đổi mới giáo dục phổ thông lần này của Việt Nam” (tr. 20). Như vậy, *giáo viên (GV) cần làm gì và làm như thế nào để thực hiện giáo dục STEM - một yêu cầu giáo dục mà chương trình hiện hành không đề cập đến, hay nói cách khác, một yêu cầu rất mới đối với GV?*

Phần đầu của bài viết này được dành để trình bày sơ lược về giáo dục STEM - vốn đã được trình bày trong nhiều bài viết khác. Trong đó, chúng tôi nhấn mạnh đến đặc tính liên môn của STEM và từ đó, đề xuất yêu cầu làm việc cộng tác chéo giữa các GV của các môn học khác nhau để cùng phân tích và xây dựng các hoạt động STEM. Sự cần thiết của yêu cầu này sẽ được minh chứng qua một số ví dụ về hoạt động giáo dục STEM.

2. Nội dung

2.1. Giáo dục STEM là gì?

Thuật ngữ STEM được hiểu như một “tổ hợp đa lĩnh vực” bao gồm: Khoa học (Science), Công nghệ (Technology), Kỹ thuật (Engineering) và Toán học (Mathematics). Bốn lĩnh vực này được Honey (2014, tr. 14)[‡] mô tả như sau:

Khoa học, là việc nghiên cứu thế giới tự nhiên, bao gồm các quy luật tự nhiên của Vật lý, Hoá học, Sinh học và giải quyết hoặc ứng dụng các hiện tượng, nguyên lý, quan niệm hoặc quy tắc của các môn này. Khoa học vừa là một chỉnh thể kiến thức được tích lũy qua thời gian, vừa là một tiến trình - mang tính khoa học - tạo ra kiến thức mới. Kiến thức từ khoa học sẽ cung cấp thông tin cho tiến trình thiết kế kỹ thuật.

Công nghệ, mặc dù không phải là một lĩnh vực, theo nghĩa chặt chẽ nhất, bao gồm toàn bộ hệ thống con người và tổ chức, kiến thức, tiến trình, và thiết bị dùng để tạo ra và thao tác các đồ vật (tạo tác) công nghệ, cũng như chính các đồ vật đó. Suốt chiều dài lịch sử, con người đã tạo ra các công nghệ để thoả mãn mong muốn và nhu cầu của mình. Phần lớn các công nghệ hiện đại là sản phẩm của khoa học và kỹ thuật, và các công cụ công nghệ được sử dụng trong cả hai lĩnh vực.

Kỹ thuật, vừa là một chỉnh thể kiến thức - về thiết kế và chế tạo các sản phẩm nhân tạo - vừa là một quá trình giải quyết vấn đề. Quá trình này chịu ảnh hưởng của các ràng buộc. Một trong số đó là các quy luật tự nhiên, hoặc khoa học. Những ràng buộc khác có thể kể đến là thời gian, tiền bạc, nguyên vật liệu sẵn có, hệ sinh thái, quy định về môi trường, khả năng sản xuất và sửa chữa. Kỹ thuật sử dụng các khái niệm khoa học và toán học như những công cụ công nghệ.

Toán học, là việc nghiên cứu các mô hình và mối quan hệ giữa số lượng, số và không gian. Không giống như trong khoa học, nơi các bằng chứng thực nghiệm được tìm kiếm để đảm bảo hoặc bác bỏ các mệnh đề, các mệnh đề toán học được đảm bảo bằng các lập luận logic dựa trên các giả định cơ bản. Những lập luận logic, bản thân nó đã là một phần của toán học đi cùng với các mệnh đề. Cũng như khoa học, kiến thức toán ngày một phát triển, nhưng không giống khoa học, kiến thức toán không thể bị bác bỏ, trừ phi các giả định cơ bản bị thay đổi. Các loại khái niệm toán đặc thù của 12 năm học phổ thông bao gồm số và số học, đại số, hàm số, hình học, xác suất, thống kê. Toán học được dùng trong khoa học, kỹ thuật và công nghệ.

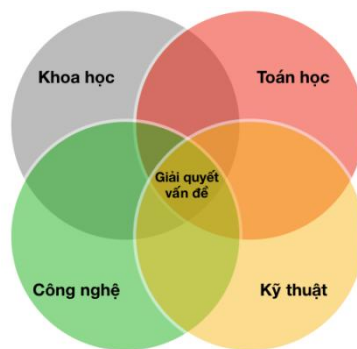
[‡] Phù hợp với mô tả của Hội đồng nghiên cứu Quốc gia Mỹ (National Research Council, 2009) .

Không chỉ đơn thuần mô tả bốn lĩnh vực STEM, đoạn trích nói trên còn cho thấy bốn lĩnh vực này không phải hiện diện một cách riêng lẻ mà cần phải được tích hợp, liên kết chặt chẽ với nhau. Nguyễn Thanh Nga và cộng sự (2017, tr.12) cũng chia sẻ ý tưởng liên môn này:

Giáo dục STEM là phương pháp tiếp cận, khám phá trong giảng dạy và học tập giữa hai hay nhiều hơn các môn học STEM, hoặc giữa một chủ đề STEM và một hoặc nhiều môn học khác trong nhà trường.

Theo Howard-Brown và Martinez (2012, tr. 2), phương pháp giải quyết vấn đề trong dạy học sẽ cho phép sự liên môn giữa các lĩnh vực nói trên.

Đó là cách nhìn nhận và giải quyết vấn đề một cách toàn diện, xem các thành phần của STEM tương tác với nhau như thế nào. Nói một cách đơn giản, đó là sự giao thoa hội tụ của khoa học, công nghệ, kỹ thuật và toán học. [...] Nó sử dụng hợp nhất các lĩnh vực này để giải quyết một vấn đề.



Như vậy, GV cần làm gì để thực hiện tốt yêu cầu giáo dục STEM trong chương trình mới?

Chúng ta có thể tham khảo một kinh nghiệm của Sanders (2009): tổ chức các nhà giáo dục STEM (GV trung học phổ thông và nhà quản lí) của các lĩnh vực khác nhau cùng làm việc cộng tác để phát triển các hoạt động giáo dục STEM ở trường của họ. Cách làm việc chung chéo môn này đem đến những kết quả khả quan: “Nhiều học kì làm việc với các nhà giáo dục STEM ngoài chuyên ngành của chính họ đem lại nhiều ý nghĩa trong việc tạo điều kiện cho các sự liên kết cộng tác và các cách tiếp cận mới, và cho sự phát triển các hiểu biết về các văn hoá dạy học STEM khác” (tr. 22).

Phần tiếp theo, sẽ phân tích một số tình huống ví dụ về dạy học STEM để làm rõ hơn nhu cầu cần làm việc cộng tác nhóm giữa các GV khác bộ môn.

2.2. Một ví dụ minh họa

Kế hoạch bài dạy: Sử dụng định luật Ôm để xây dựng bộ chia điện thế (TryEngineering-www.tryengineering.org)

2.2.1. Tóm tắt bài học

Học sinh (HS) sẽ ứng dụng định luật Ôm để xây dựng mạch chia điện áp. Họ sẽ học cách đọc mã điện trở, và tính toán các giá trị điện trở, và sử dụng mạch cắm thử (breadboard) để xây dựng một bộ chia điện thế và đo đặc giá trị điện áp đầu ra. Họ sẽ kiểm chứng sản phẩm của mình bằng một bộ đèn LED.

Độ tuổi: 14 -18

Mục tiêu

- Hiểu và thực hiện được quy trình thiết kế kĩ thuật.
- Sử dụng định luật Ôm như một công cụ cho việc thiết kế kĩ thuật.

- Sử dụng đồng hồ vạn năng để thu thập thông tin.
- Phân tích các yêu cầu về điện của điốt phát sáng.

2.2.2. Hoạt động của HS trong lớp học

Bước 1: Đọc giá trị điện trở

HS sẽ phải xác định giá trị của điện trở bằng việc đọc các mã màu điện trở.

Sau đó tìm điện trở có mã màu đã được xác định ở trên trong bộ dụng cụ được phát.

Kiểm tra giá trị điện trở, bằng cách đo điện trở bằng đồng hồ vạn năng, và kiểm tra các giá trị đo có nằm trong khoảng sai số không.

Trong quá trình thực hiện, HS hoàn thành bảng bên dưới.

Điện trở	Vạch màu đầu tiên	Vạch màu thứ hai	Trung tâm	Sai số	Điện trở cao nhất	Điện trở thấp nhất	Đo	Có trong khoảng sai số không
820 Ω								
470 Ω								
1 k Ω								

Bước 2: Hiểu về mạch cắm thử

HS sẽ tìm hiểu về mạch cắm thử (breadboard) mà các kỹ sư điện thường sử dụng để xây dựng mạch nguyên mẫu.

HS sẽ được biết về những mô tả bên ngoài của mạch cắm thử (một bảng nhựa màu trắng có đầy các lỗ), sau đó tìm mạch cắm thử trong bộ dụng cụ học tập được phát.

HS tìm hiểu về bảng mạch cắm thử bằng việc sử dụng đồng hồ vạn năng và dây điện tử trong bộ dây đã được cắt sẵn, vẽ sơ đồ của một vài kết nối trên bảng mạch cắm thử.

Sau đó vẽ một sơ đồ thể hiện bộ chia điện áp có thể xây dựng trên bảng mạch cắm thử như thế nào.

Bước 3: Xây dựng một bộ chia điện áp

HS sử dụng sơ đồ và điện trở trong bộ tài liệu bài học để xây dựng một bộ chia điện áp sử dụng điện áp 9V, $R_1 = 820 \Omega$, $R_2 = 470 \Omega$

Sau đó tính giá trị điện áp trên điện trở R_2 bằng cách điền vào bảng sau:

$$\begin{array}{c} \boxed{} \\ V_2 \end{array} = \begin{array}{c} \boxed{} \\ \text{V nguồn} \end{array} \times \frac{\begin{array}{c} \boxed{} \\ (R_2) \end{array}}{\begin{array}{c} \boxed{} + \boxed{} \\ (R_1 + R_2) \end{array}}$$

HS tiếp tục sử dụng đồng hồ vạn năng để đo giá trị điện áp trên R_2 .

Bước 4: Xây dựng bộ chia điện áp với một đầu ra mong muốn

HS sẽ sử dụng bộ tài liệu học tập được cung cấp và chọn ra R_1 và R_2 để cung cấp giá trị điện áp yêu cầu.

HS tính toán giá trị điện áp tạo ra từ những điện trở đã được chọn, sau đó lắp mạch điện và đo giá trị điện áp tạo ra.

Bảng bên dưới sẽ giúp HS ghi chép lại.

V_2	V nguồn	R_1	R_2	V_2 tính toán	V_2 đo đạc
2.0V					
3.0V					
5.0V					
7.0V					

Bước 5: Xây dựng một mạch điôt phát sáng

HS thay R_1 bằng một bóng đèn LED trong mạch cảm thử biết giá trị điện áp yêu cầu là $2.0V$ và yêu cầu dòng điện phân cực là 20 mA .

HS xác định giá trị của V_7 , điền vào bảng bên dưới.

$$V_2 = V_{\text{nguồn}} - 2.0V$$

HS tính giá trị I tổng, điền vào bảng bên dưới

$$\boxed{} = 0.002 = \boxed{}$$

$I_{\text{tổng}} \qquad I_1 \qquad I_2$

HS tính giá trị điện trở cần thiết để tạo ra dòng điện yêu cầu, điền vào bảng bên dưới

$$\boxed{}_{R_2} = \boxed{}_{V_2} / 0.002 R_2$$

HS chọn điện trở tốt nhất trong số các điện trở được phát và giải thích lí do chọn điện trở đó.

2.2.3. Bốn yếu tố của STEM trong bài dạy

2.2.3.1. Khoa học

- Củng cố các kiến thức liên quan đến định luật Ohm;
- Hiểu được quy luật chuyển hóa năng lượng, từ điện năng thành quang năng;
- Hiểu về mạch điện.

2.2.3.2. Công nghệ

- Tiếp xúc với các thiết bị công nghệ như điện trở, đồng hồ vạn năng, bóng đèn LED...

- Biết sử dụng, tính toán, nắm các thông số kỹ thuật của các thiết bị đó.

2.2.3.3. Kỹ thuật

- Phát triển sự hiểu biết về khắc phục sự cố, nghiên cứu, phát triển, sáng tạo và thử nghiệm trong giải quyết vấn đề.

- Phát triển sự hiểu biết và có thể lựa chọn, sử dụng các công nghệ năng lượng.

2.2.3.4. Toán

- Tính toán thành thực và ước lượng hợp lý; phát triển khả năng tính toán tốt trên tập số thực: tính nhẩm, tính toán bằng giấy bút và bằng máy tính.

- Biết trình bày và phân tích các tình huống và cấu trúc toán học bằng việc sử dụng các kí hiệu đại số.

- Hiểu được ý nghĩa của biểu thức đại số, biểu thức tương đương, biết vận dụng các quy tắc biến đổi tương đương để giải quyết các vấn đề trong toán học và trong cuộc sống.

- Tạo ra được các phương trình để mô tả các con số và mối liên hệ, sắp xếp lại công thức để làm nổi bật một giá trị quan tâm, sử dụng lý luận đó để giải phương trình, ví dụ như sắp xếp lại biểu thức định luật Ôm để xác định điện trở R. Giải quyết vấn đề thực tế, toán học, vật lý bằng cách viết và giải phương trình dạng bậc nhất một ẩn.

- Áp dụng các kỹ thuật, công cụ và các biểu thức để xác định các phép đo.

- Biết phân tích độ chính xác, sai số trong điều kiện đo đạc.

- Hiểu khái niệm tỉ lệ và sử dụng tỉ lệ vào việc giải quyết vấn đề.

2.2.4. Một số ý kiến rút ra từ ví dụ trên

Trong kế hoạch bài dạy trên, việc dạy học tích hợp được thể hiện rất rõ: HS sử dụng kiến thức của nhiều môn học khác nhau để cuối cùng tạo ra một sản phẩm là một mạch điốt phát sáng.

Để thiết kế hoạt động dạy học này, phải huy động những kiến thức của Vật lý, Công nghệ và Toán học. Những yếu tố về công nghệ tác động trong kế hoạch dạy học này rất phong phú, chẳng hạn như mạch cảm ứng, bộ chia điện thế, điốt phát sáng, đồng hồ vạn năng, thiết kế mạch điện...

Điều này cho thấy cần thiết phải có sự hợp tác làm việc của các GV Toán, Khoa học tự nhiên và Công nghệ để có thể thiết kế và tổ chức hoạt động STEM.

2.3. Đề xuất quy trình hợp tác làm việc giữa các giáo viên bộ môn

Qua việc nghiên cứu các ví dụ về dạy học STEM, có thể đề xuất một quy trình hợp tác làm việc giữa các GV bộ môn để thiết kế các hoạt động STEM như sau:

(1) Xuất phát từ thông tin về cuộc đời và sự nghiệp của một nhà khoa học được đề cập đến trong sách giáo khoa phổ thông, GV các bộ môn có thể trao đổi với nhau về những phát minh chính của nhà khoa học đó và chọn ra những ứng dụng có thể tổ chức thành hoạt động STEM.

(2) Từ những kiến thức ở các môn học liên quan, GV các bộ môn (đặc biệt là GV các bộ môn khoa học) cùng nghiên cứu để thiết kế một hoạt động STEM (tích hợp kiến thức của các môn học) liên quan đến nhà khoa học đó. Hoạt động này cần có tiềm năng trong việc khuyến khích HS hoạt động và vận dụng kiến thức của nhiều môn học khác nhau.

(3) Trong hoạt động STEM đó, GV các bộ môn cần làm rõ những kiến thức mà môn học của mình tác động.

(4) Các GV bộ môn cùng phối hợp triển khai hoạt động STEM, sau đó phân tích, giải thích cho HS về những kiến thức của từng bộ môn mà HS đã huy động hay khám phá qua việc thực hiện hoạt động.

(5) Các GV bộ môn cùng hợp lại để rút kinh nghiệm, cải tiến hoạt động đã triển khai và xây dựng các hoạt động STEM khác.

Có thể minh họa quy trình trên qua một ví dụ cụ thể sau đây trích ra từ Isabelle và Valle (2016).

Cuộc đời và sự nghiệp của Daniel Bernoulli được trình bày ở trang 25, trong đó tác phẩm quan trọng nhất của ông, *Hydrodynamica*, xuất bản năm 1738 đề cập đến Nguyên lý Bernoulli. Nguyên lý này phát biểu rằng áp suất trong chất lỏng giảm khi tốc độ của nó tăng lên.

Nguyên lý này cho phép giải thích được tại sao một chiếc máy bay có thể bay, tại sao nước chảy qua những vùng hẹp của sông thì nhanh hơn ở những vùng rộng. Việc giảng dạy nguyên lý này cho HS là một hoạt động thú vị và khá dễ dàng để HS có thể mở rộng hiểu biết về thế giới Vật lý thay vì phải học những công thức và nghe những lời giải thích khô khan.

Từ những dữ liệu lịch sử trên, các GV bộ môn cần trao đổi với nhau để xem xét Nguyên lý Bernoulli xuất hiện trong chương trình và sách giáo khoa phổ thông như thế nào, có thể tổ chức cho HS hoạt động nào liên quan đến nó.

GV Vật lý có thể đề xuất những hoạt động cho HS với Nguyên lý Bernoulli về áp suất không khí. Chẳng hạn, đơn giản nhất là thí nghiệm về bóng bàn.

Nguyên liệu cần có: 1 phễu, 1 quả bóng bàn, 1 ống hút và băng dán.

Đầu tiên, gắn đầu hẹp của phễu vào đầu ngắn của ống hút bằng cách sử dụng cuộn băng. Kiểm tra hoạt động của nó bằng cách đặt tay lên phễu và thổi qua ống hút. Yêu cầu HS dự đoán điều gì sẽ xảy ra nếu bạn đặt quả bóng bàn vào đầu phễu và thổi qua ống hút.

Nguyên lý khoa học: Không khí di chuyển nhanh hơn trong ống hút và không khí di chuyển chậm hơn khi đi ra khỏi phễu. Vì vậy, quả bóng bàn sẽ được đẩy vào không khí bởi áp suất gia tăng của không khí di chuyển chậm hơn trong phễu.

Các GV bộ môn sẽ cùng thảo luận kiến thức các bộ môn tác động trong tình huống này là gì. Đơn giản với bộ môn Toán đó là năng lực nhận biết thể tích như một thuộc tính và hiểu các khái niệm về đo lường thể tích.

3. Kết luận

Do đặc tính liên môn của mình, giáo dục STEM đòi hỏi người thiết kế hoạt động phải có những hiểu biết vừa đa dạng lại vừa sâu sắc về bốn lĩnh vực Khoa học, Công nghệ, Kỹ thuật và Toán học. Thế nhưng, các GV phổ thông hiện nay chỉ được đào tạo sâu về chuyên ngành nhưng thiếu “độ rộng” về các khoa học có liên quan, đặc biệt là dạy học tích hợp, liên môn.

Những ví dụ đã phân tích cho thấy khó khăn rất lớn thậm chí là không thể nếu một GV Toán tự xây dựng các hoạt động STEM. Để đáp ứng yêu cầu giáo dục theo định hướng STEM được đề cập trong chương trình giáo dục phổ thông tổng thể, cần thiết phải xây dựng các chương trình bồi dưỡng thường xuyên cho GV về giáo dục STEM, xây dựng văn hoá làm việc theo nhóm của các GV bộ môn ở các trường phổ thông. Bên cạnh đó, việc đào tạo ở các trường đại học sư phạm cũng cần trang bị cho sinh viên những hiểu biết về giáo dục STEM, tổ chức cho sinh viên thực hành thiết kế xây dựng các hoạt động STEM. Điều này cũng đặt ra yêu cầu hợp tác nghiên cứu về STEM giữa giảng viên ở các khoa khác nhau trong trường sư phạm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bộ Giáo dục và Đào tạo (2017), *Chương trình giáo dục phổ thông - Chương trình tổng thể* (ban hành tháng 7/2017).
2. Nguyễn Thanh Nga, Phùng Việt Hải, Nguyễn Quang Linh, & Hoàng Phước Muội (2017), *Thiết kế và tổ chức chủ đề giáo dục STEM cho học sinh trung học cơ sở và trung học phổ thông*, NXB Đại học Sư phạm TP Hồ Chí Minh.
3. Thủ tướng Chính phủ (2017), *Chỉ thị 16/CT-TTg về việc tăng cường năng lực tiếp cận cuộc Cách mạng Công nghiệp lần thứ 4* (ban hành ngày 4/5/2017).
4. Honey, M., Pearson, G., Schweingruber, H. A. (2014). *STEM integration in K-12 education: status, prospects, and an agenda for research*. Washington, D.C: The National Academies Press.
5. Howard-Brown, B., & Martinez, D. (2012). *Engaging Diverse Learners Through the Provision of STEM Education Opportunities*. Southwest Educational Development Laboratory (SEDL).
6. Isabelle, A. D., & Valle, N. Z. (2015). *Inspiring STEM Minds: Biographies and Activities for Elementary Classrooms*. Springer.
7. Sanders, M. E. (2008). Stem, stem education, stemmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20–26.
8. TryEngineering (2013, September 18). Using Ohm’s Law to Build a Voltage Divider. Retrieved November 30, 2017, from <http://tryengineering.org/lesson-plans/using-ohm%E2%80%99s-law-build-voltage-divider>.