افسانه‌هایی دربارهٔ ماهیت فناوری و مهندسی[1]

برطرف‌کردن سوء برداشت‌ها با استفاده از فلسفهٔ فناوری و مهندسی

نویسندگان: جرید کروس، هالی ادگرلی، جکلین ایستر و جس ویلکاکس[2]
مترجم: محمدامین اسپروز

معلمان علوم هر روز بیشتر به سمت آموزش‌های فناوری و مهندسی سوق می‌یابند. همان‌طور که برای کسب دانش علمی باید ماهیت علم را درک کرد، یادگیری فناوری و مهندسی نیز باید فلسفه و ماهیت فناوری و مهندسی را شامل شود. تمرکز صرف بر استفادهٔ دانش‌آموز از فناوری، باعث غفلت از دانش می‌شود.

ما همان‌طور که باید دانش‌آموزان را به تفکر دربارهٔ ماهیت علم تشویق کنیم، لازم است ماهیت فناوری و مهندسی را نیز به آن‌ها نشان دهیم. در این مقاله، افسانه‌هایی را که دانش‌آموزان دربارهٔ فناوری و مهندسی باور دارند، بررسی و به راهکارهایی اشاره می‌کنیم که برای آشنا کردن دانش‌آموزان با ماهیت فناوری و مهندسی به‌کار برده‌ایم.

افسانهٔ ۱

فناوری، همان ساخته‌های دست بشر است.

وقتی از دانش‌آموزان دربارهٔ نمونه‌هایی از ابزارهای فناوری می‌پرسیم، آن‌ها معمولاً می‌گویند: «لپ‌تاپ، تلفن، رایانه، ابزار الکترونیکی و هر چیزی که برق مصرف می‌کند.» در تحقیقی مشخص شده است که حتی دانشجویان کارشناسی ارشد نیز نگاهشان به فناوری محدود به ابزارهایی است که بشر ساخته است، اما ماهیت فناوری و مهندسی، فناوری را به فعالیت‌های انسان، گسترش توانایی‌های او و هر وسیله‌ای که او را به هدف می‌رساند، بسط می‌دهد. این مفهوم گسترده از فناوری، فرایندها، زبان، دموکراسی و زنگ مدارس را در برمی‌گیرد. در کلاس شیمی، معلم هنگام تدریس نظریهٔ اتمی از دانش‌آموزان پرسید: «در آزمایش ورقهٔ طلای رادرفورد[3]، چگونه ذرات آلفا نوعی فناوری هستند؟» این سؤال به دانش‌آموزان یادآوری کرد که در این آزمایش شناخته شده، که ذرات آلفا به سمت ورقهٔ طلا پرتاب می‌شوند، انکسار برخی از این ذرات شاهدی بر وجود هستهٔ اتم است. دانش‌آموزان پی بردند که ذرات آلفا «ابزاری» است که رادرفورد از آن استفاده کرده است. این رویکرد به دانش‌آموزان در درک این نکته کمک کرد که «مقصود کاربر» فناوری را تعریف می‌کند.

برخی دانش‌آموزان معتقدند که در صورت وجود وقت و منابع کافی، فناوری می‌تواند هر مشکلی را حل کند. برخی می‌گویند: «گوگل می‌تواند هر سؤالی را پاسخ دهد» یا «هیچ‌کاری نیست که فناوری نتواند انجام دهد». این برداشت اشتباه ممکن است باعث شود که آن‌ها برای هر مشکلی به‌دنبال راه‌حلی از طریق فناوری باشند

افسانهٔ ۲

طراحی مهندسی، فرایندی واحد است.

معمولاً همهٔ افراد، به جز دانشمندان، علم را فرایندی واحد و گام‌به‌گام می‌پندارند. این تصور، بن‌بست‌ها، تحلیل داده‌ها، طرز فکر انسان‌ها و سایر فرایندهای خلاقانهٔ علم را نادیده می‌گیرد. همچنین، برخی دانش‌آموزان، به اشتباه، طراحی مهندسی را فرایندی خطی می‌دانند. همانند روش‌های علمی، فرایند طراحی و مهندسی، همواره به روش‌های یکسان انجام نمی‌گیرد. این فرایندها گاهی به بن‌بست می‌رسند و باعث می‌شوند مهندسان با خلاقیت خود، راه‌های بسیاری را دنبال کنند.

برای مثال، فعالیت ماشین تله‌موشی را در نظر بگیرید که در آن، دانش‌آموزان ماشین‌هایی طراحی می‌کنند که به‌وسیله تله‌موش حرکت می‌کنند. یکی از نویسندگان این مقاله، از این فعالیت مهندسی برای آموزش حرکت و نیروها در کلاس فیزیک استفاده کرد. در حین ساخت، معلم به فرایند غیرخطی اشاره کرد و خطاب به دانش‌آموزان گفت: «متوجه شدم که برخی از شما اول طراحی کردید و برخی دیگر، شروع به کار با تله‌موش‌ها کردید. سپس، برخی از شما نمونهٔ اولیه را ساختید اما سایرین به‌طور مستقیم روی محصول نهایی کار کردند. با توجه به اینکه شما راه‌های مختلفی را برای این فعالیت انتخاب کردید، چطور ممکن است فرایندی واحد برای طراحی مهندسی وجود داشته باشد؟»

افسانهٔ ۳

هر فعالیتی که شامل حل مسئله یا طراحی می‌شود، مهندسی است

یکی از مواردی که مهندسی را از سایر روش‌های حل مسئله متمایز می‌کند، استفاده از دانش علمی یا ریاضیاتی در طراحی است. طراحی شامل حل مسئله است اما در آن لزوماً نیازی به استفاده از دانش علمی یا ریاضیاتی نیست. دو نفر از نویسندگان این مقاله، از دانش‌آموزان یک کلاس فیزیک خواستند شیئی را طراحی کنند که چگالی آن با آب برابر باشد. دانش‌آموزان از دانش خود دربارهٔ چگالی استفاده کردند و طراحی‌شان بیشتر ماهیتی مهندسی پیدا کرد. ما برای مشخص کردن این تفاوت، از دانش‌آموزان پرسیدیم: «اگر از شما می‌خواستیم شیئی بسازید که هم بتواند روی آب شناور باشد و هم غرق شود، چه چیزی تغییر می‌کرد؟» و دانش‌آموزان پاسخ دادند که در این صورت، به‌جای استفاده از دانش خود دربارهٔ چگالی، برای طراحی از سعی و خطا استفاده می‌کردند.

افسانهٔ ۴

فناوری می‌تواند هر مشکلی را حل کند.

برخی دانش‌آموزان معتقدند که در صورت وجود وقت و منابع کافی، فناوری می‌تواند هر مشکلی را حل کند. برخی می‌گویند: «گوگل می‌تواند هر سؤالی را پاسخ دهد» یا «هیچ‌کاری نیست که فناوری نتواند انجام دهد». این برداشت اشتباه ممکن است باعث شود که آن‌ها برای هر مشکلی به‌دنبال راه‌حلی از طریق فناوری باشند؛ مثلاً برای رفع مشکل گرم شدن زمین، به جای شناختن مشکلات مصرف‌گرایی، به‌دنبال فناوری بروند. یک فرد آگاه ماهیت محدود فناوری را می‌شناسد. مهندسی (که فرایندی مرتبط با فناوری است) معمولاً به‌عنوان طراحی با درنظر گرفتن محدودیت‌های فیزیکی و فرهنگی شناخته می‌شود. با اینکه محدودیت‌ها به وضوح مرزهای فناوری و مهندسی را نشان می‌دهند، برخی ممکن است تصور کنند که بر آن‌ها می‌توان فائق آمد. به هر صورت، برخی از مشکلات، ماهیت فناورانه ندارند. برای مثال، گرسنگی جهانی کمتر به فناوری ما برای تولید غذا وابسته است و بیشتر به روش مصرف آن بستگی دارد.

یکی از نویسندگان مقاله، از دانش‌آموزان زیست‌شناسی دبیرستان پرسید: «چرا فکر می‌کنید فناوری‌های نوین

نمی‌توانند مشکل کم شدن تنوع زیستی به دلیل جنگل‌زدایی را حل کنند؟»و دانش‌آموزان پاسخ دادند: «فناوری بیش از آنکه راه‌حل باشد، خود دلیل این مشکل است.» معلم پرسید: «پس به جای فناوری، چه چیز دیگری می‌تواند این مشکل را حل کند؟» و با کمی راهنمایی، دانش‌آموزان فهمیدند که برای حفظ محیط زندگی گونه‌های در حال انقراض، به جای استفاده از فناوری به تصمیم‌گیری نیاز است. دانستن اینکه فناوری‌های جدید از فناوری‌های قدیمی تکامل یافته‌اند، به دانش‌آموزان کمک می‌کند که بفهمند فناوری‌های جدید هم ممکن است نتوانند مشکلات را حل کنند.

افسانهٔ ۵

رشد فناوری، انقلابی بوده است.

با اینکه ممکن است دانش‌آموزان فکر کنند که رشد فناوری، انقلابی بوده، در حقیقت این رشد، بیشتر جنبهٔ تکاملی داشته است. فناوری‌های جدید از فناوری‌های قدیمی تکامل یافته‌اند. بسیاری از فناوری‌هایی که انقلابی تصور می‌شوند، نتیجهٔ ایجاد تغییرات کوچک در فناوری‌های قدیمی هستند. به عبارت دیگر، برخی از فناوری‌ها که از دید ما نوظهورند، معمولاً ترکیبی از چند فناوری موجود هستند.

برای مشخص کردن ماهیت تکاملی فناوری در کلاس ستاره‌شناسی، یکی از نویسندگان از دانش‌آموزان پرسید: «تلسکوپ فضایی هابل از چه جهاتی به فناوری‌های پیشین مرتبط است؟» سپس، برای توضیح بیشتر پرسید: «فکر می‌کنید فناوری موشکی، فناوری اپتیک و فناوری رایانه‌ای برای تولید این تلسکوپ چگونه ترکیب شده‌اند؟»و برای تأکید بیشتر، پس از بحث پرسید: «اگر تلسکوپ هابل، واقعاً ترکیبی از فناوری‌های موجود بوده است، آیا می‌توانیم بگوییم هم جدید است و هم قدیمی؟»

دانستن اینکه فناوری‌های جدید از فناوری‌های قدیمی تکامل یافته‌اند، به دانش‌آموزان کمک می‌کند که بفهمند فناوری‌های جدید ممکن است به جای حل مشکلات، آن‌ها را عمیق‌تر کنند. برای مثال، با اینکه قرار بود شبکه‌های اجتماعی نظرات متفاوت را در کنار هم بیاورند، قابلیت دست یافتن به نظرات موافق، بیشتر باعث تنهایی و جدایی شد. دانستن این موضوع به دانش‌آموزان کمک می‌کند که وقتی در مورد فناوری تصمیم می‌گیرند، بیشتر از تفکر نقادانه خود استفاده کنند.

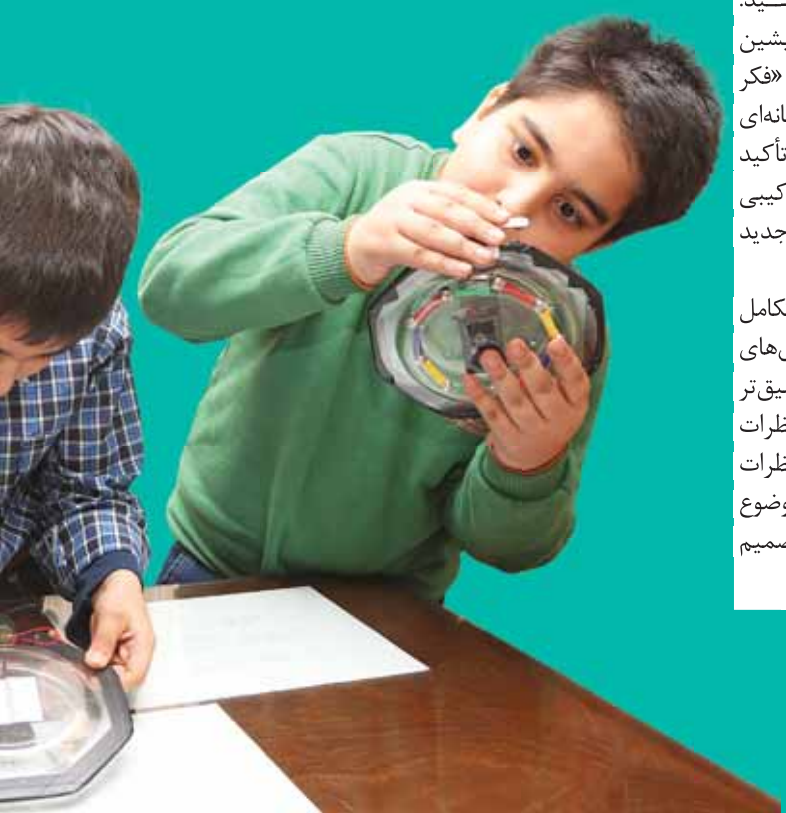
افسانهٔ ۶

فناوری، بی‌طرف است.

معمولاً در محافل آموزشی می‌شنویم که اثربخشی فناوری به نحوهٔ استفاده ما از آن بستگی دارد. این برداشت به اینکه فناوری چگونه از ما استفاده می‌کند و نظام ارزش‌گذاری آن چگونه طرز فکر و باورهای ما را شکل می‌دهد، توجهی ندارد. برای مثال، با اینکه کسب و کارها ممکن است داعیهٔ حمایت از همکاری را داشته باشند، ساختمان آن‌ها معمولاً شامل دفتر کارهای یک نفره است.

شرایط و فرهنگ نیز در نحوهٔ استفاده از فناوری بسیار مؤثرند. برای مثال، ویدیوهایی که حین یک مهمانی خانوادگی ضبط می‌شوند، با ویدیوهایی که در پاسگاه پلیس ضبط می‌شوند متفاوت‌اند. در عین حال، قابلیت ساخت چنین ویدیوهایی، هر دو شرایط یاد شده را تغییر داده است.

دانش‌آموزان معمولاً با این بخش از ماهیت فناوری مشکل دارند. برای مثال، وقتی ما ظروف شیشه‌ای آزمایشگاهی را به دانش‌آموزان شیمی معرفی می‌کنیم، یک بشر مدرّج را به آن‌ها نشان می‌دهیم و می‌پرسیم: «فکر می‌کنید کاربرد این چیست؟» و دانش‌آموزان همیشه پاسخ می‌دهند: «اندازه‌گیری مایعات». سپس به آن‌ها می‌گوییم: «بِشِر،در مقایسه با استوانهٔ مدرج، وسیله مناسبی برای اندازه‌گیری نیست و استفاده از آن، درصد خطای شما را بالا می‌برد. سایر فناوری‌ها نیز به همین شکل است.» اگر بپذیریم فناوری بی‌طرف نیست، بهتر می‌توانیم با نگاه انتقادی، ضعف‌های آن را بیابیم.



دانستن اینکه فناوری‌های جدید از فناوری‌های قدیمی تکامل یافته‌اند، به دانش‌آموزان کمک می‌کند که بفهمند فناوری‌های جدید ممکن است به جای حل مشکلات، آن‌ها را عمیق‌تر کنند

افسانهٔ ۷

جنبه‌های منفی فناوری، تنها به دلیل طراحی نامناسب، استفادهٔ اشتباه یا خطا در عملکرد است.

وقتی از دانش‌آموزان می‌خواهیم به جنبه‌های منفی فناوری فکر کنند، به نکاتی مانند طراحی نامناسب، استفادهٔ اشتباه یا خطا در عملکرد اشاره می‌کنند؛ مانند خرابی رایانه یا استفاده از آن برای آسیب‌رساندن. رویکرد صحیح‌تر این است که فناوری حتی وقتی از آن به درستی استفاده می‌شود، نقاط ضعف خود را دارد. برای مثال، اینترنت فرصت‌های زیادی برای برقراری ارتباط ایجاد می‌کند اما اکثر افراد بر این عقیده‌اند که این ارتباط، ماهیت گفتمان سیاسی را بهبود نبخشیده است.

در کلاس علوم محیط زیست، یکی از نویسندگان با اشاره به اهداف ساخت سد (مانند کنترل سیل، آب‌رسانی و تولید برق) به تأثیرات آن بر زیست‌بوم اشاره کرد. سپس، معلم پرسید: «پیامدهای نامطلوب سد چه چیزهایی می‌تواند باشد؟» و دانش‌آموزان بلافاصله پاسخ دادند: «نابود شدن زیستگاه‌ها و کم شدن تعداد ماهی‌ها و سایر حیوانات می‌تواند از تأثیرات آن باشد.»

آموزش فلسفه و ماهیت فناوری و مهندسی

درک ماهیت فناوری و مهندسی می‌تواند به دانش‌آموزان در زندگی شخصی، انتخاب شغل و زندگی اجتماعی کمک کند. متأسفانه، سوء برداشت‌هایی که در این مقاله به آن‌ها اشاره شد، به ندرت در مدارس مورد بحث قرار می‌گیرد. برای برطرف کردن این سوء برداشت‌ها، معلمان می‌توانند با طرح سؤالات زیر، ماهیت فناوری و مهندسی را برای دانش‌آموزان روشن کنند:

- چگونه ... آموزش و یادگیری را بهتر یا بدتر می‌کند؟
- ... چه کاری را ادعا می‌کند که می‌تواند انجام دهد، اما در واقعیت نمی‌تواند؟
- با استفاده از ... چه چیزی به دست می‌آوریم و چه چیزی را از دست می‌دهیم؟
- ... چگونه اهداف مرا تغییر می‌دهد؟
- ... چگونه باعث شکوفایی یا عدم تفکر می‌شود؟

ما با طرح این سؤالات دربارهٔ فناوری، استفاده از دانش نقادانه را برای دانش‌آموزانمان مدل‌سازی می‌کنیم، اما این مدل‌سازی کافی نیست. پیشنهاد می‌شود:

- نظریهٔ تغییرِ مفهومی را مدنظر قرار دهید. دانش‌آموزان برای اینکه بتوانند آزادتر فکر کنند، باید سوء برداشت‌ها را کنار بگذارند.
- دانش‌آموزان باید متوجه باشند چگونه از خلاقیت در یک فعالیت مهندسی استفاده کنند تا بفهمند مهندسی فرایندی خلاقانه است. از دانش‌آموزان سؤالاتی کنید که به‌طورِ مستقیم ماهیت فناوری و مهندسی را هدف قرار می‌دهند؛ مثلاً بپرسید: «چگونه فناوریِ... رویکرد ما را نسبت به این فعالیت بهتر یا بدتر کرد؟»
- دانش‌آموزان به ندرت یک فناوری را که از لحاظ حسی به آن وابسته‌اند، نقد می‌کنند. بنابراین، از سایر فناوری‌ها، مانند میکروسکوپ‌ها، شروع کنید و سپس فناوری‌هایی را که آن‌ها دوست دارند، مانند تلفن همراه، بررسی نمایید.
- می‌توانید از موضوعاتی شروعِ کنید که به‌طور مستقیم با علم و ریاضی مرتبط نیستند (مثلاً طراحی). این کار باعث می‌شود دانش‌آموزان بیشتر در مباحث مربوط به ماهیت فناوری و مهندسی مشارکت کنند. سپس، فعالیت‌های مهندسی را که نیازمند استفاده از ریاضی و علوم هستند، بررسی کنید تا دانش‌آموزان بفهمند از ماهیت فناوری و مهندسی چگونه در فعالیت‌های واقعی مهندسی استفاده می‌شود.
- درک این مفاهیم برای دانش‌آموزان ساده نیست اما با توجه به ماهیت نامرئی فناوری، به دست آوردن دانش انتقادی برای دانش‌آموزان بسیار حائز اهمیت است. ماهیت فناوری و مهندسی باید بخشی از گفتمان فرهنگی ما باشد. مردم یا باید خودشان این مفاهیم را درک کنند و یا بازیچهٔ دست کارشناسان فناوری شوند.

پی‌نوشت‌ها

1.Using the philosophy of technology and engineering to expose misconception

2. Jerrid Kruse, Hallie Edgerly, Jaclyn Easter, and Jesse Wilcox

3. Rutherford´s gold foil experiment