صحة الإنسان
نُشر على الإنترنت بتاريخ: 30 مايو 2025
doi: 10.3389/frym.2024.1302457-ar

«بناء» صحة الإنسان: عندما يتعاون الأطباء والفيزيائيون

Susan J. Debad [1*] **و *Magdalena Kowalska*** [2*]
[1]شركة إس جي دي للاستشارات ذ.م.م، ماريلاند، الولايات المتحدة
[2]المنظمة الأوروبية للأبحاث النووية، (CERN) جامعة جنيف، ميرين، سويسرا

سنتناول في هذا المقال أهمية التعاون في مجال العلوم. فتمامًا مثلما يجب على مختلف حرف البناء التعاون لبناء ناطحة سحاب، يمكن للعلماء من مختلف المجالات التعاون للتصدي للتحديات العلمية المعقدة. وهذا ما يُسمى بالتعاون بين التخصصات، وهو أسلوب رائع لممارسة البحث العلمي؛ إذ يستطيع العلماء -من خلال الجمع بين المعرفة والأدوات من مجالات متعددة- اكتشاف حلول إبداعية وإقامة روابط مهمة لم يكونوا ليحققوها بمفردهم لولا هذا التعاون. سنضرب مثالًا على طريقة تعاون فيزياء الجسيمات والطب -وهما مجالان يبدوان مختلفين تمامًا عن بعضهما البعض- لتحسين الرعاية الصحية. باستخدام أدوات فيزياء الجسيمات، يعمل العلماء على تحسين تشخيص السرطان وعلاجه. فالتعاون بين التخصصات هو السبيل الأمثل لمعالجة العديد من المسائل التي نواجهها اليوم، مثل السيطرة على تغير المناخ أو مكافحة السرطان، ويمكن أن يساعد العلماء والأطباء في ترك أثر دائم على حياة البشر وصحة كوكبنا.

المراجعون الصغار

FILIP
العمر: 13

MIA AURELIA
العمر: 11

THE FUTURE LEADERS OF STEM
العمر: 8–12

انظر حولك لوهلة وتأمل في المبنى الذي أنت فيه الآن. المباني جزء طبيعي من حياتنا اليومية لدرجة أننا قد ننسى بسهولة مدى تعقيدها وعدد المهارات الفريدة المطلوبة لتشييدها. فلتشييد أي بناء، يجب أن يتعاون أشخاص من مختلف المهن الإنشائية، بحيث يساهم كلٌ منهم بأدواته ومعرفته المتخصصة لتصميم جوانب مختلفة من المبنى: فيضطلع المهندسون المعماريون بتصميم المخططات، وفريق البناء بإنشاء الأساس الخرساني، والنجارون ببناء الجدران والأسقف وقد يضيفون كذلك تفاصيل خشبية لكل غرفة، والسباكون بتركيب الأنابيب اللازمة لتشغيل المياه، والكهربائيون بتوصيل الأسلاك التي تسمح لك بتوصيل جهاز الكمبيوتر وقراءة هذا المقال. فلا يستطيع السباكون أن يشيدوا بمفردهم مبنى كاملًا، وكذلك الكهربائيون وصبابو الخرسانة والنجارون، ولكن عندما يتعاونون معًا، يمكنهم تشييد أي شيء، من المنازل والمباني المكتبية والمستشفيات والمدارس وصولًا إلى الأنواع الجديدة من المباني التي لم يفكر فيها أحد من قبل!

وفي هذا المقال، سننظر إلى *العلم* كمشروع معماري ضخم، أي «بناء» معقد يحتاج إلى خبرة مختلف «الحرف» وتعاونها لإخراجه إلى النور وبناء حلول لبعض التحديات الكبيرة التي تواجه عالمنا اليوم.

للعلم تخصصات متعددة

إذا قلتَ يومًا لأحد والديك أو لمعلمك أنك تود أن تصبح عالمًا أو طبيبًا يومًا ما، فمن المحتمل أن يكون قد سألك ذلك الشخص البالغ: «أي تخصص؟» ويرجع هذا إلى أن العلوم والطب موضوعان ضخمان ينطويان على الكثير من الأمور التي لا يستطيع شخص واحد إتقانها؛ فسيكون ذلك أشبه بمحاولة شخص واحد بناء ناطحة سحاب كاملة بمفرده. ومثلما يصبح النجار خبيرًا في النجارة أو الكهربائي خبيرًا في الأنظمة الكهربائية، يختار العلماء موضوعًا -يُسمى أيضًا تخصصًا- ثم يتخصصون فيه. ويكرسُون وقتهم لإتقان مهنتهم وفهم التفاصيل الدقيقة لذلك الموضوع. وثمة *مئات* من التخصصات العلمية حرفيًا للاختيار من بينها.

وتقتضي طبيعة العلم ذاتها أن تصبح متخصصًا في تخصصٍ ما؛ إذ يسمح التخصص للعالم بـ«التعمق» في موضوعه وتركيز كل وقته وطاقته على تعلمه، مما قد يؤدي إلى توصله إلى استكشافات مذهلة وأحيانًا طفرات علمية كبيرة. ولكن ماذا عن بناء ناطحة السحاب؟ كيف يمكن حل بعض المشكلات العلمية المعقدة حقًا؟

«بناء الروابط»: العلوم البينية

مثلما يتطلب تشييد مبنى آمن وعملي تعاون العديد من الحرف، فإن العلم يزدهر عندما يجتمع الخبراء من تخصصات متنوعة للتعاون يدًا بيد، حيث يشبه بعض أنواع المسائل العلمية ناطحات السحاب؛ لذا فإنها تحتاج إلى المعرفة والأدوات من أكثر من تخصص واحد «لبناء» إجابات كاملة (الشكل 1).

شكل 1

شكل 1

لتشييد مبنى، يجب أن يجتمع الخبراء في العديد من الحرف وتوحيد خبراتهم، المهندسون المعماريون والنجارون والكهربائيون والسباكون والدهانون، على سبيل المثال. يحدث شيء مشابه في العلوم البينية! إذ يتعاون العلماء من تخصصات منفصلة «لبناء» حلول للمشكلات العلمية الجسيمة التي لا يمكن لأي تخصص بمفرده أن يحلها. ويساهم كل عالم بـ«الأدوات» والأفكار من تخصصه المحدد ويمكنهم -معًا- التوصل إلى حلول إبداعية (صُمم الشكل بواسطة carlottacat.com).

فلنفترض مثلًا أن العلماء يريدون فهم سبب اختفاء نوع معين من الطيور. قد يدرس علماء الأحياء سلوك الطيور وموائلها، في حين قد يبحث علماء الكيمياء في الملوثات في البيئة التي يمكن أن تضر الطيور، وقد يحلل علماء الرياضيات أنماط ازدياد أعداد الطيور وانخفاضها. فيضيف كل تخصص -من خلال المساهمة بمعارفه وأدواته الفريدة والعمل كفريق واحد- جزءًا مهمًا للغاية إلى العملية الشاملة. يساعد هذا التعاون العلماء على تكوين روابط مثيرة للاهتمام ربما ما كانوا سيتوصلون إليها بمفردهم وقد يسمح لهم باستكشاف السبب الكامل وراء اختفاء الطائر، وربما حتى التوصل إلى كيفية حماية هذا النوع. ويُطلق على التعاون للجمع بين المعرفة العلمية والأساليب والأفكار من تخصصات متعددة لحل المشكلات العلمية أو الطبية اسم العلم البيني، وهو طريقة ناجحة للغاية لمواجهة التحديات العلمية المعقدة وبعض المشكلات الواقعية التي تواجهنا اليوم.

هل ندعو الفيزياء إلى عيادة الطبيب؟

هل تعلم أن بعض التطورات الطبية المهمة للغاية هي نتاج التعاون بين التخصصات، الذي أحيانًا ما يشمل تخصصات يبدو أنها لا علاقة لها بالحفاظ على صحة الناس؟ وستتناول بقية هذا المقال كيفية تعاون علماء الفيزياء -لا سيما أولئك الذين يدرسون فيزياء الجسيمات والفيزياء النووية- مع الأطباء بطرق مثيرة للاهتمام يمكن أن تُحسّن، وربما حتى تُنقذ، العديد من الأرواح.

علم فيزياء الجسيمات هو تخصص علمي يسعى إلى فهم أصغر اللبنات الأساسية للكون. وهذه الجسيمات صغيرة لدرجة أننا لا نستطيع رؤيتها بأعيننا أو حتى بالمجاهر المتقدمة. ويستخدم علماء فيزياء الجسيمات -لدراستها- آلات ضخمة وقوية تسمى

البيني (INTERDISCIPLINARY)

تشير إلى تعاون الخبراء من مختلف المجالات لحل المشكلات الجسيمة، مثل تعاون العلماء والأطباء معًا للتوصل إلى اكتشافات جديدة وإيجاد حلول.

فيزياء الجسيمات (PARTICLE PHYSICS)

هي دراسة أصغر أجزاء المادة والطاقة التي تشكِّل كل شيء في الكون، مثل البروتونات والإلكترونات والفوتونات. ويدرس علماء فيزياء الجسيمات نطاقًا أوسع من الجسيمات مقارنةً بعلماء الفيزياء النووية.

الفيزياء النووية (NUCLEAR PHYSICS)

تشير إلى دراسة الجسيمات الموجودة داخل نوى الذرات. وغالبًا ما يدرس علماء الفيزياء النووية النظائر المشعة لأن فهم تلك النظائر تساعدهم على معرفة ما يحدث في نوى الذرات.

مُسرِّعات الجسيمات، التي تجعل الجسيمات تتحرك بسرعات عالية جدًا ثم تصطدم ببعضها البعض. ويمكن لفحص ما ينتج عن هذه التصادمات، باستخدام الكاشفات العملاقة، أن يعلِّم العلماء الكثير عن الجسيمات متناهية الصغر التي تشكِّل الذرات، مثل الإلكترونات والكواركات، وحتى جسيم بوزون هيغز الشهير. كما يمكن لعلماء الفيزياء النووية استخدام ودراسة النظائر المشعة، وهي الذرات التي تُطلق نوعًا من الطاقة يسمى الإشعاع في تجاربهم.

وقد يبدو ظاهريًا أن فيزياء الجسيمات والطب مختلفان كالسباكة والنجارة. لكن بعض علماء فيزياء الجسيمات لديهم هدف الأطباء نفسه؛ فهم يرغبون في نهاية المطاف في رؤية أبحاثهم تحسّن حياة البشر. وبالتعاون معًا، يمكن للأطباء وعلماء فيزياء الجسيمات الجمع بين الأدوات والأفكار من هذين التخصصين المنفصلين لتحسين طريقة تشخيص الأمراض -مثل السرطان على سبيل المثال- وعلاجها. وعندما يتعاون علماء فيزياء الجسيمات مع الأطباء، فإن حدودهم السماء!

علاج السرطان باستخدام أدوات فيزياء الجسيمات

قد تكون الأدوات الثلاث التي وصفناها للتو -أي مسرِّعات الجسيمات والكاشفات والنظائر المشعة- مفيدة في مكافحة السرطان. ويمكن للتقنيات الطبية القائمة على هذه الأدوات تحسين قدرة الأطباء على تشخيص (اكتشاف) بعض أنواع الأورام وعلاجها.

ولعلاج الأورام وعلى أمل شفاء المريض من السرطان، يستخدم العلاج بالهادرونات مسرِّعات جسيمات خاصة للحصول على جسيمات متناهية الصغر، مثل البروتونات وأيونات الكربون (شكل من أشكال ذرة الكربون يحمل شحنة كهربائية)، تتحرك بسرعات عالية جدًا (الشكل 2A). يمكن بعد ذلك تركيز هذه الجسيمات -التي تحمل الكثير من الطاقة- على الورم مثل شعاع الليزر، مما يؤدي إلى إتلاف خلايا الورم بالطاقة التي تحملها، مع تجنيب الأنسجة السليمة القريبة. ويُستخدم العلاج بالهادرونات القائم على البروتونات حاليًا في حوالي 100 موقع حول العالم. وثمة تقنية مشابهة -تُسمى الوميض - تقدم جرعة عالية جدًا من الإشعاع (أشعة سينية أو بروتونات أو أيونات أو إلكترونات) في نبضة قصيرة جدًا. تتسبب تقنية الوميض في إلحاق ضرر بالخلايا السرطانية أكثر مما تلحقه بالأنسجة السليمة، مما قد يقلل من الآثار الجانبية للعلاج الإشعاعي. وستُشيد قريبًا أول منشأة وميض في لوزان بسويسرا.

وتُصمم إصدارات أصغر من الكاشفات السريعة والحساسة التي يستخدمها علماء فيزياء الجسيمات في تجاربهم لتشخيص الأمراض (الشكل 2B). على سبيل المثال، أظهرت الكاشفات المتقدمة الجاري تطويرها في المنظمة الأوروبية للأبحاث النووية (CERN) نتائج مذهلة من حيث تحسين كمية المعلومات التي يمكن للأطباء الحصول عليها من الأشعة السينية.

مُسرِّع الجسيمات (PARTICLE ACCELERATOR)

هو آلة ضخمة تجعل الجسيمات المتناهية الصغر تتحرك بسرعة كبيرة وتصطدم ببعضها البعض. ويستخدمه العلماء لمعرفة أصغر اللبنات الأساسية للكون.

الكاشف (DETECTOR)

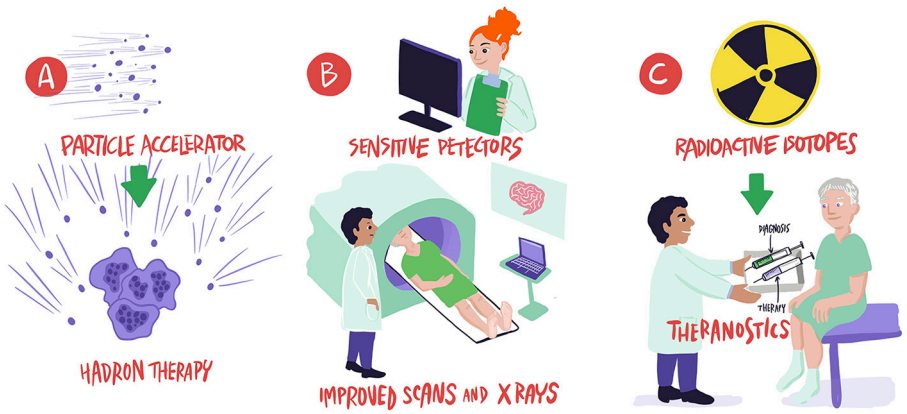
هو أداة أو جهاز خاص يستخدمه العلماء لمراقبة المعلومات حول الجسيمات وسلوكها وجمعها، لمساعدتهم على معرفة المزيد عن كيفية عمل الكون على أصغر مستوى.

النظير المشع (RADIOACTIVE ISOTOPE)

هو نوع خاص من الذرات يطلق نوعًا خاصًا من الطاقة يسمى الإشعاع. ويستخدمه العلماء في الطب والأبحاث لدراسة أمراض مثل السرطان وعلاجها.

العلاج بالهادرونات (HADRON THERAPY)

هو نوع من علاجات السرطان يستخدم جسيمات عالية السرعة تُسمى البروتونات لاستهداف الخلايا السرطانية وتدميرها مع تقليل الضرر الذي يلحق بالأنسجة السليمة، مما يساعد المرضى على محاربة السرطان.



شكل 2

يمكن أيضًا استخدام الكاشفات الحساسة للمساعدة في التقاط صور مفصلة لداخل الجسم، باستخدام طريقة تسمى التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني (للاطلاع على مزيد من المعلومات عن التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني، انظر هذا المقال من مقالات Minds Young Frontiers). ويمكن لبلورات خاصة -على غرار تلك التي تجري دراستها للكاشفات في المنظمة الأوروبية للأبحاث النووية- أن تجعل صور التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني واضحة ومفصلة للغاية، مما قد يساعد الأطباء على تشخيص السرطان في مرحلة مبكرة وبدء العلاج في وقت أقرب - وقد يساهم هذا في إنقاذ حياة المرضى [1–3].

وأخيرًا، يمكن استخدام النظائر المشعة في تقنية تُسمى العلاج التشخيصي. يأتي اسم «العلاج التشخيصي» من مزيج من كلمتي «العلاج» و«التشخيص» (الشكل 2C). وفي علاج السرطان التقليدي، يضطلع الأطباء بتشخيص السرطان وعلاجه باستخدام إجراءات طبية متنوعة. فقد يشخصون المرض باستخدام اختبارات الدم أو الأشعة السينية أو التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني -مثلًا- ثم يعالجون المرض باستخدام الجراحة أو الأدوية التي تسمى العلاجات الكيميائية أو العلاج الإشعاعي. ولكن مع العلاج التشخيصي، نجد أن الوضع مختلف بعض الشيء؛ إذ تحتوي بعض الخلايا السرطانية على بِنى على أسطحها تفتقر إليها الخلايا السليمة بشكل عام. وإذا تمكن الباحثون من تصميم جزيئات تلتصق *فقط* بتلك البِنى الخاصة بالسرطان، فيمكنهم ربط النظائر المشعة بالجزيئات وحقنها في المريض، بحيث تنتقل في جميع أنحاء جسم المريض. ويمكن لنوع واحد من النظائر المشعة أن يسمح للأطباء *بالكشف* عن مكان السرطان في الجسم (باستخدام التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني)، ومن ثمّ يمكن حقن نوع ثانٍ من النظائر المشعة *لعلاج* السرطان، عن طريق الالتصاق بالخلايا السرطانية وقتلها، مع ترك الخلايا الطبيعية السليمة دون أن تتضرر [4]. ويجري حاليًا اختبار نهج العلاج التشخيصي باستخدام النظائر المشعة لمادة تسمى التيربيوم على المرضى.

شكل 2

يمكن استخدام أدوات من فيزياء الجسيمات والفيزياء النووية -التي تدرس أصغر اللبنات الأساسية للكون- للمساعدة في تشخيص أنواع معينة من السرطان وعلاجها. **(A)** في العلاج بالهادرونات، يمكن لمسرِّعات الجسيمات أن تنتج جسيمات عالية السرعة، مثل البروتونات أو الإلكترونات، التي يمكن أن تتلف الخلايا السرطانية. **(B)** يمكن للكاشفات الحساسة تحسين تقنيات التصوير مثل التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني والأشعة السينية، بحيث يتسنى للأطباء تشخيص السرطان في وقت مبكر وبدقة أكبر. **(C)** في العلاج التشخيصي، تُربط النظائر المشعة بجزيئات تلتصق تحديدًا بالخلايا السرطانية وتُحقن في مجرى دم المريض. ويمكن لنوع واحد من النظائر المشعة أن يساعد الأطباء في رؤية الورم، ويمكن لنوع آخر أن يقتل الخلايا السرطانية (صُمم هذا النموذج بواسطة carlottacat.com).

العلاج التشخيصي (THERANOSTICS)

هو تقنية طبية يحدث فيها التشخيص والعلاج في الوقت نفسه، باستخدام جزيئات خاصة تلتصق بالخلايا السرطانية وتوصل العلاج مع مساعدة الأطباء على رؤية مكان السرطان.

بناءُ الغد

سيواجه جيلنا القادم من العلماء والأطباء (ربما تكون واحدًا منهم، لمَ لا؟) تحديات بالغة التعقيد خلال مسيرتهم المهنية، منها أزمة المناخ، وحماية الأرض وأنواعها من الأذى مع استمرار نمو السكان، والتعامل مع المشاكل الصحية البشرية الخطيرة مثل السرطان والأوبئة، على سبيل المثال لا الحصر. هذه مشاكل صعبة للغاية ولا يمكن التعامل معها في إطار تخصص واحد.

ولكن عندما تتضافر جهود العلماء من مختلف التخصصات، فإن الأمر يشبه موقع البناء الذي يجمع جهود العديد من الحِرف. فيتعاون الجميع ويجمعون بين معارفهم ومهاراتهم المتخصصة لتشييد المبنى من أساسه إلى تفاصيله المعقدة. وفي العلوم البينية، تتعاون تخصصات علم الأحياء والكيمياء والفيزياء والرياضيات وغيرها لحل المعضلات الجسيمة وترسيخ فهمنا للعالم بطريقة متكاملة. ومن خلال تقدير الإسهامات الفريدة لكل تخصص وتعزيز التفاهم في مختلف المجالات، يمكن للعلماء والأطباء بناء صرح علمي شامخ ما كان لتخصص واحد أن يبنيه بمفرده؛ صرح يصمد أمام اختبار الزمن ويحدث تأثيرًا دائمًا على حياة البشر وصحة كوكبنا.

شكر وتقدير

هذا المقال مُستوحى من منتدى سباركس! Forum Serendipity (Sparks!) CERN at. لمزيد من المعلومات حول هذا الموضوع بالتحديد، راجع محادثات Warakaulle Charlotte و Kowalska Magdalena. وقد موّلت المنظمة الأوروبية للأبحاث النووية (CERN) هذه الدراسة.

المراجع

1. Doroud, K., Liu, Z., and Williams, M. C. S. 2019. A new geometry of scintillating crystals with strip SiPMs: a PET detector with precise position and time determination. *J. Instrum.* 14:P01016. doi: 10.1088/1748-0221/14/01/P01016
2. Amirhossein Sanaat, A., Ashrafi-Belgabad, A., and Zaidi, H. 2020. Polaroid-PET: a PET scanner with detectors fitted with Polaroid for filtering unpolarized optical photons—a Monte Carlo simulation study. *Phys. Med. Biol.* 65:045013. doi: 10.1088/1361-6560/abaeb8
3. Vandenberghe, S., Moskal, P., and Karp, J. S. 2020. State of the art in total body PET. *Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging Phys.* 7:35. doi: 10.1186/s40658-020-00290-2
4. Mori, Y., Kratochwil, C., Haberkorn, U., and Giesel, F. L. 2023. Fibroblast activation protein inhibitor theranostics: early clinical translation. *PET Clin.* 18:419–28. doi: 10.1016/j.cpet.2023.02.007

نُشر على الإنترنت بتاريخ: 30 مايو 2025

المحرر: James Gillies

مرشدو العلوم: Malgorzata Lisowska و Alina Nico West

الاقتباس: Kowalska M و Debad SJ (2025) «بناء» صحة الإنسان: عندما يتعاون الأطباء والفيزيائيون. Front. Young Minds. doi: 10.3389/frym.2024.1302457-ar

مُترجَم ومقتبس من: Debad SJ and Kowalska M (2024) ''Building'' Human Health: When Doctors and Physicists Work Together. Front. Young Minds 12:1302457. doi: 10.3389/frym.2024.1302457

إقرار تضارب المصالح: وُظفت SD لدى شركة إس جي دي للاستشارات ذ.م.م.

ويعلن المؤلف المتبقي أن البحث قد أُجري في غياب أي علاقات تجارية أو مالية يمكن تفسيرها على أنها تضارب محتمل في المصالح.

حقوق الطبع والنشر © 2024 Kowalska و Debad. 2025 هذا مقال مفتوح الوصول يتم توزيعه بموجب شروط ترخيص المشاركة الإبداعية Creative Commons Attribution License (CC BY). يُسمح بالاستخدام أو التوزيع أو الاستنساخ في منتديات أخرى، شريطة أن يكون المؤلف (المؤلفون) الأصلي أو مالك (مالكو) حقوق النشر مقيدًا وأن يتم الرجوع إلى المنشور الأصلي في هذه المجلة وفقًا للممارسات الأكاديمية المقبولة. لا يُسمح بأي استخدام أو توزيع أو إعادة إنتاج لا يتوافق مع هذه الشروط.

المراجعون الصغار

FILIP، العمر: 13

اسمي Filip وعمري 13 عامًا. أحب كرة القدم والكيمياء والرياضيات والفيزياء. كما أنني أحب الرسم، وفي وقت فراغي أتدرب على خدع كرة القدم. وأود في المستقبل أن أصبح لاعب كرة قدم محترفًا أو كيميائيًا. وأود أن أخترع طريقة لوقف الكارثة المناخية.

MIA AURELIA، العمر: 11

أبلغ من العمر 11 عامًا واسمي Mia Aurelia. أحب قراءة كتب المغامرات وتستهويني كتابة القصص. وأعيش في لوكسمبورغ وأتحدث الرومانية والبولندية والإنجليزية والفرنسية والألمانية وقليلًا من اللوكسمبورغية. وموادي المفضلة في المدرسة هي: اللغة الإنجليزية والعلوم والرياضيات. وأنا في الصف السابع وأذهب إلى مدرسة ليسيه ميشيل لوسيوس.

THE FUTURE LEADERS OF STEM، العمر: 12–8

برنامج قادة المستقبل في العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات من مدرسة جون ب. فريمان ذات البرامج الاختيارية من الروضة حتى الصف الثامن هو برنامج ما بعد المدرسة

للطلاب الذين لديهم شغف تجاه العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات ويحبون أن يحلموا أحلامًا كبيرة.

المؤلفون

SUSAN J. DEBAD

أصبحت Susan المحرر الرئيسي لمقالات FYM منذ عام 2015، وساهمت في أن يكون كل ما لدينا من علوم واضحًا ومثيرًا للاهتمام - حتى لا يشعر أحد أنها «مملة» أو «صعبة للغاية». وهي حاصلة على درجة الدكتوراة في علم المناعة الفيروسية (كيف يحمينا جهاز المناعة من الفيروسات). تعيش Susan خارج واشنطن العاصمة، ولديها ابن مراهق وعصفوران وأربعة كلاب. كما أنها ترعى كلاب البيغل وتساعد على تبنيها، مما يعني أنها تمتلك في بعض الأحيان أكثر من أربعة كلاب! وفي وقت فراغها، تستمتع بالقراءة وحل الكلمات المتقاطعة والوجود في الهواء الطلق. *susan@sjdconsultingllc.com

MAGDALENA KOWALSKA

أنا أصلًا من بولندا، وكنت دائمًا أشعر بالفضول تجاه العالم من حولي. لذلك، أحببت العلم وأحببت السفر كسائحة وكطالبة فيزياء. وبعد دراستي، انتقلت إلى جنيف، حيث بدأت دراستي للدكتوراة في الفيزياء التجريبية، وعملت على النظائر غير المستقرة في المنظمة الأوروبية للأبحاث النووية. ومنذ ذلك الحين، عملت في العديد من المشاريع في المنظمة الأوروبية للأبحاث النووية واضطلعت بقيادتها باستخدام هذه النظائر. يرتبط بعض هذه المشاريع بعلم الأحياء والتشخيص الطبي. وعلاوةً على ذلك، أحب شرح العلوم لغير العلماء، خاصةً تلاميذ المدارس، مثل ابنتيّ اللتين تبلغان من العمر و11 عامًا 8. وما زلت أحب السفر لفهم الثقافات الأخرى وتقدير الطبيعة من حولنا. *Magdalena.Kowalska@cern.ch

النسخة العربية مقدمة من
Arabic version provided by

جامعة الملك عبدالله للعلوم والتقنية
King Abdullah University of Science and Technology