ECSME
مركز التميز البحثي في تطوير
تعليم العلوم والرياضيات
The Excellence Research Center of Science and Mathematics Education

جامعة
الملك سعود
King Saud University
1957

جامعة الملك سعود
King Saud University

مركز التميز البحثي في تطوير تعليم العلوم والرياضيات
ECSME
The Excellence Research Center of Science and Mathematics Education

المدخل القائم على الممارسة في تعليم العلوم
Practice-Based Approach in Science Education

عرض حلقة النقاش (202) ضمن حلقات نقاش أفكر
مركز التميز البحثي في تطوير تعليم العلوم والرياضيات

إعداد

زهره بنت عبدالرب المصعبي

مرشحة الدكتوراه – تخصص طرق تدريس العلوم

قسم المناهج وطرق التدريس–كلية التربية–جامعة الملك سعود

المحاور

توجه عالمي

اهتمام بحثي

تطوير الجيل التالي لمعايير العلوم

هدفين رئيسيين لتعليم العلوم

رؤية لتعليم العلوم والهندسة

بنية الإطار

المممارسات العلمية والهندسية

أدوار المعلم والطالب

التحول للممارسة

The Practice Turn

تعليم العلوم: إصلاحات مستمرة

لماذا التحول عن المدخل القائم على الاستقصاء؟

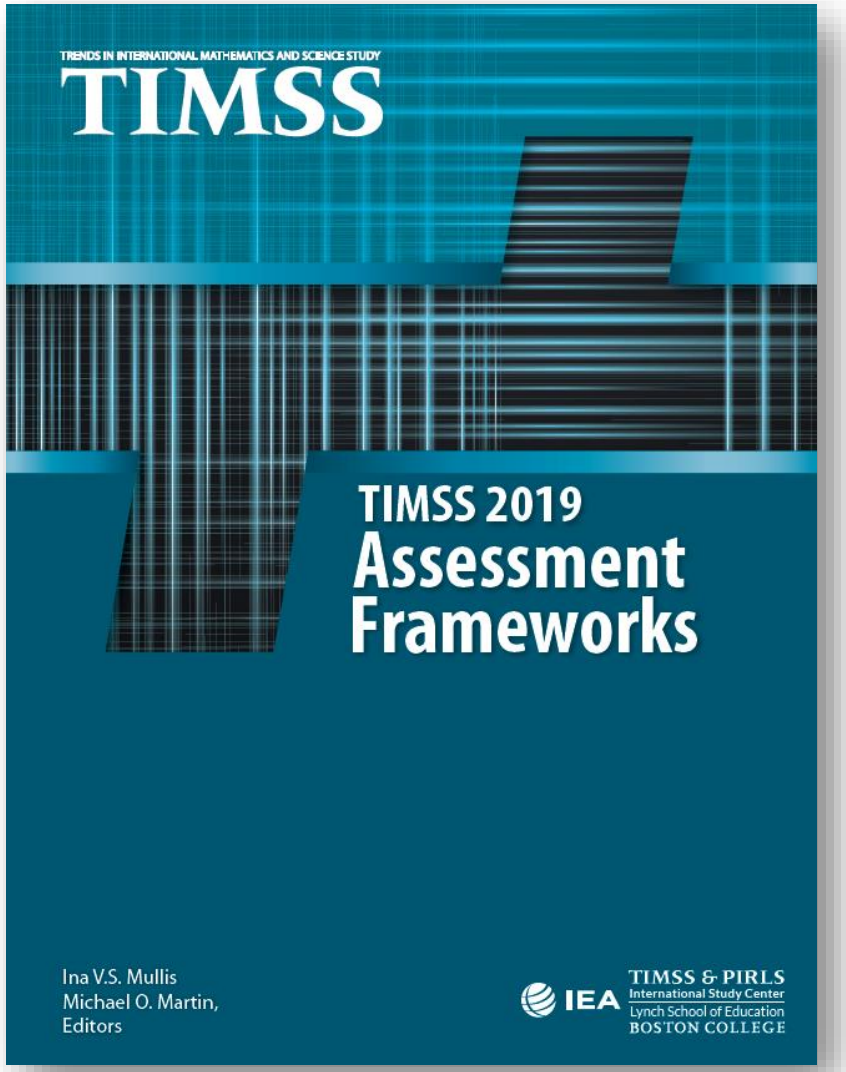
رؤية العلم كنشاط قائم على الممارسة

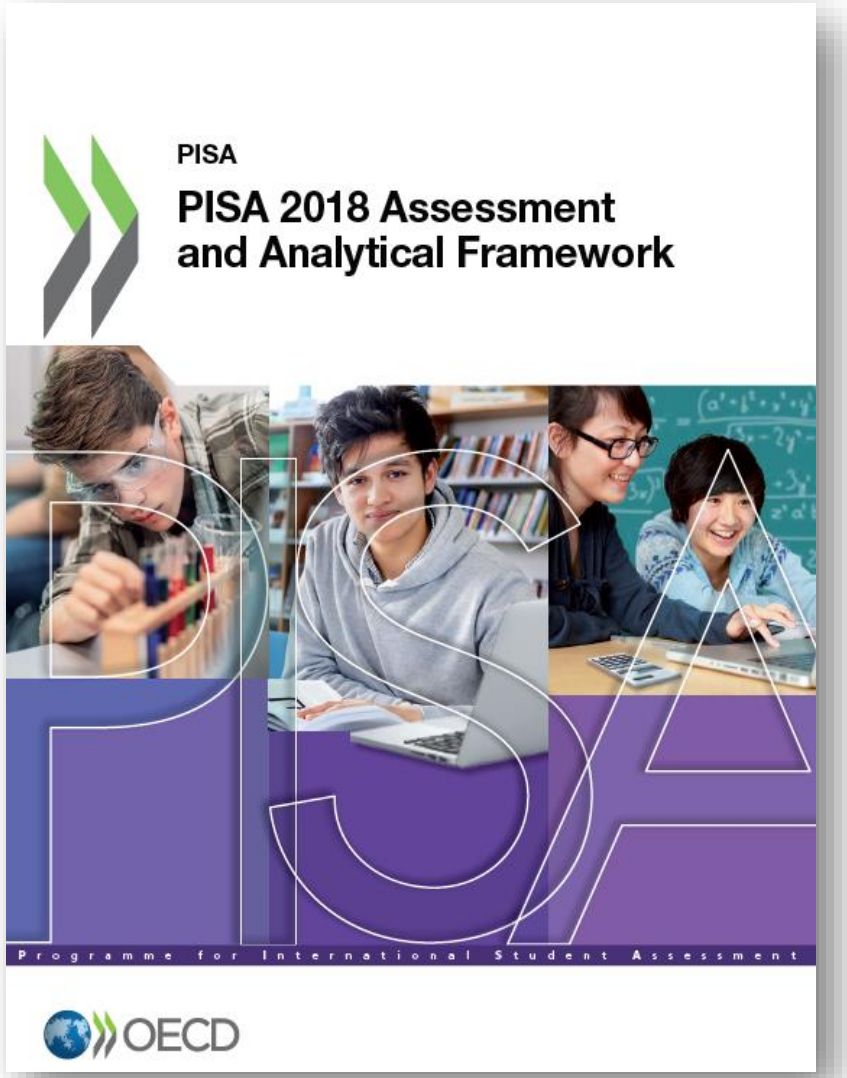
كيف سيسهم المدخل القائم على الممارسة في تحسين تعليم العلوم؟

دور الممارسات في الثقافة العملية

توجه عالمي

توجه عالمي


TRENDS IN INTERNATIONAL MATHEMATICS AND SCIENCE STUDY
TIMSS
TIMSS 2019
Assessment
Frameworks
Ina V.S. Mullis
Michael O. Martin,
Editors
IEA
TIMSS & PIRLS
International Study Center
Lynch School of Education
BOSTON COLLEGE


PISA
PISA 2018 Assessment
and Analytical Framework
Programme for International Student Assessment
OECD

اهتمام بحثي

Web of Science | InCites | Journal Citation Reports | Essential Science Indicators | EndNote | Publons | Kopernio | Master Journal List | ZAHRAH | Help | English

Web of Science

Clarivate Analytics

Search | Search Results | Tools | Searches and alerts | Search History | Marked List

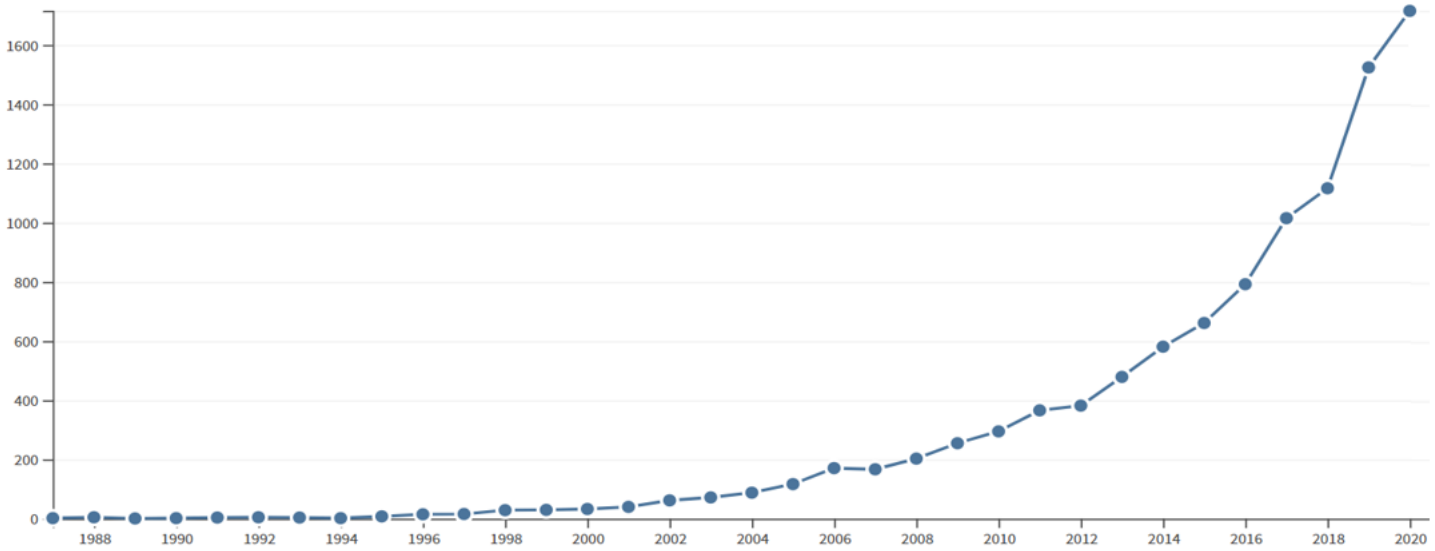
Citation report for 561 results from Web of Science Core Collection between 1900 and 2020 Go

You searched for: **TOPIC:** ("Scientific practices") *OR* **TOPIC:** ("Scientific and engineering practices")

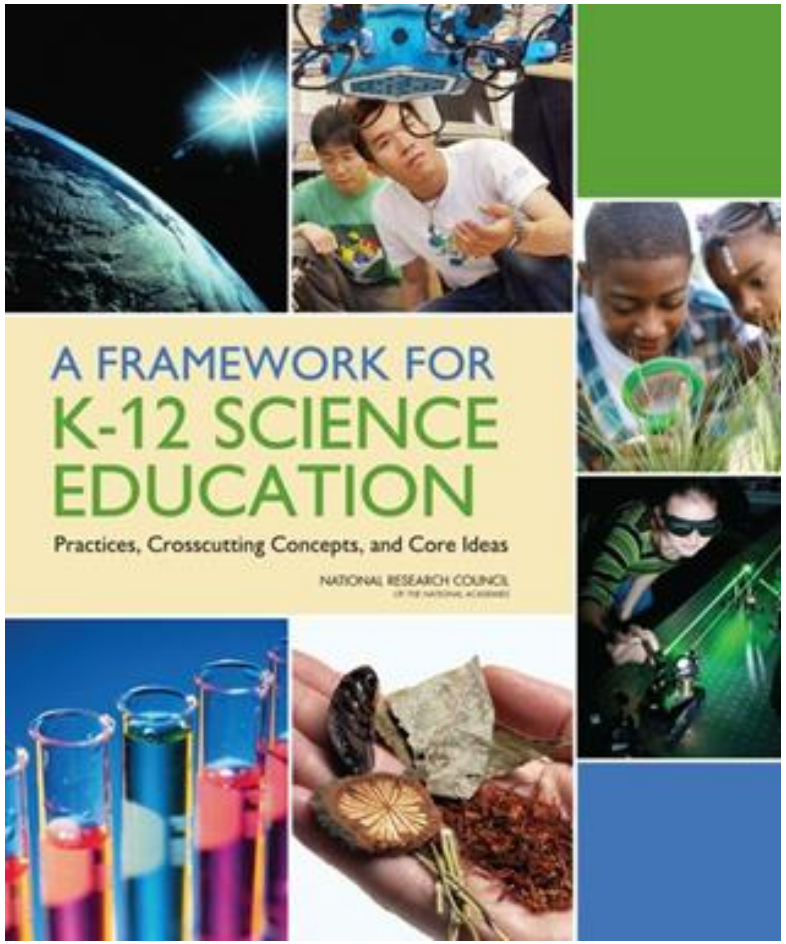
Timespan: 1900-2020. **Indexes:** SSCI, CPCI-SSH.

...Less

This report reflects citations to source items indexed within Web of Science Core Collection. Perform a Cited Reference Search to include citations to items not indexed within Web of Science Core Collection.



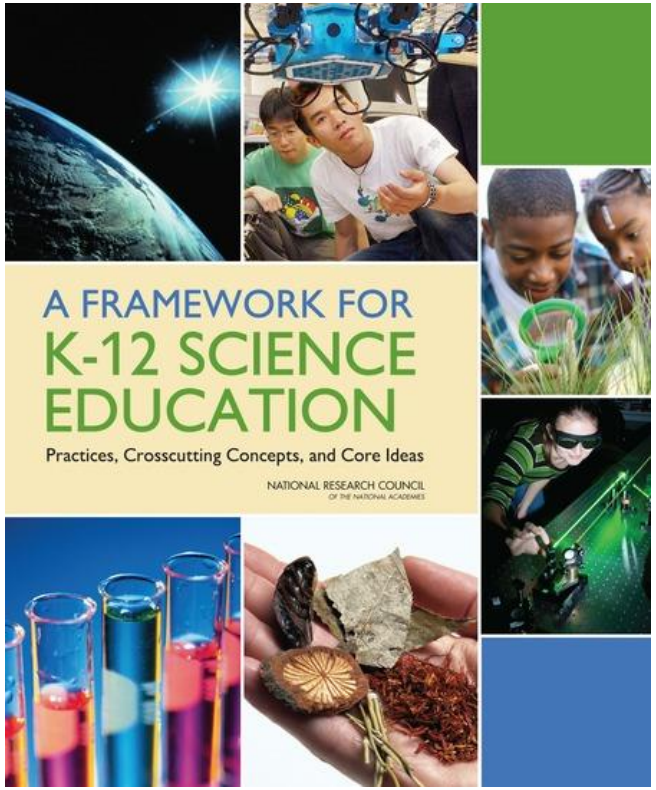
تحول


A FRAMEWORK FOR
K-12 SCIENCE EDUCATION
Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas
NATIONAL RESEARCH COUNCIL

تطوير الجيل التالي لمعايير العلوم

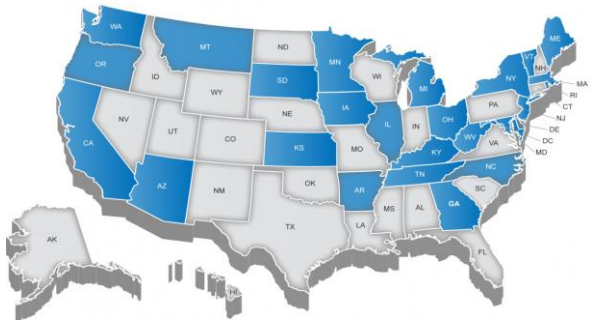
July 2011

THE NATIONAL ACADEMIES
Advisers to the Nation on Science, Engineering, and Medicine



2011-2013

Achieve

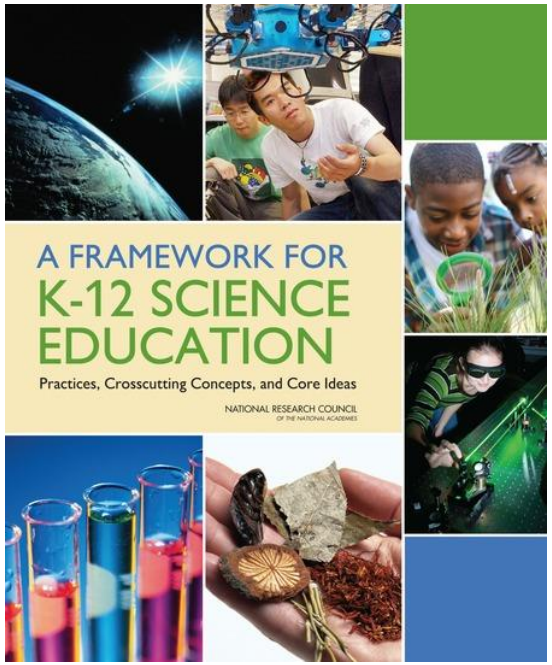


NEXT GENERATION SCIENCE STANDARDS

NGSS

- المنهج
- التدريس
- التقويم
- النمو المهني للمعلمين

هدفين رئيسيين لتعليم العلوم

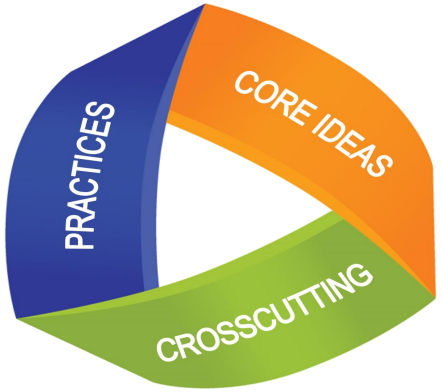


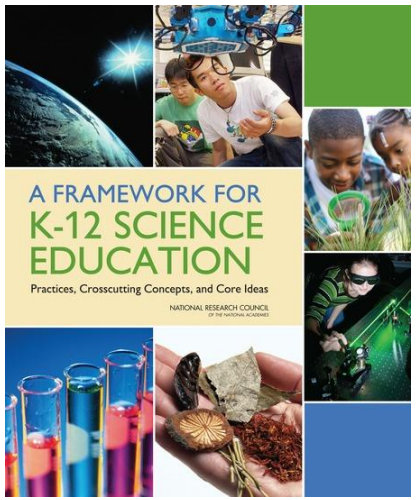
1. تعليم جميع الطلبة في العلوم والهندسة.
2. إتاحة المعرفة الأساسية للطلبة الذين سيصبحون علماء، أو مهندسين، أو تقنيين، أو فنيين في المستقبل.

The committee's vision takes into account two major goals for K-12 science education: (1) educating all students in science and engineering and (2) providing the foundational knowledge for those who will become the scientists, engineers, technologists, and technicians of the future.

(NRC, 2012)

رؤية لتعليم العلوم والهندسة



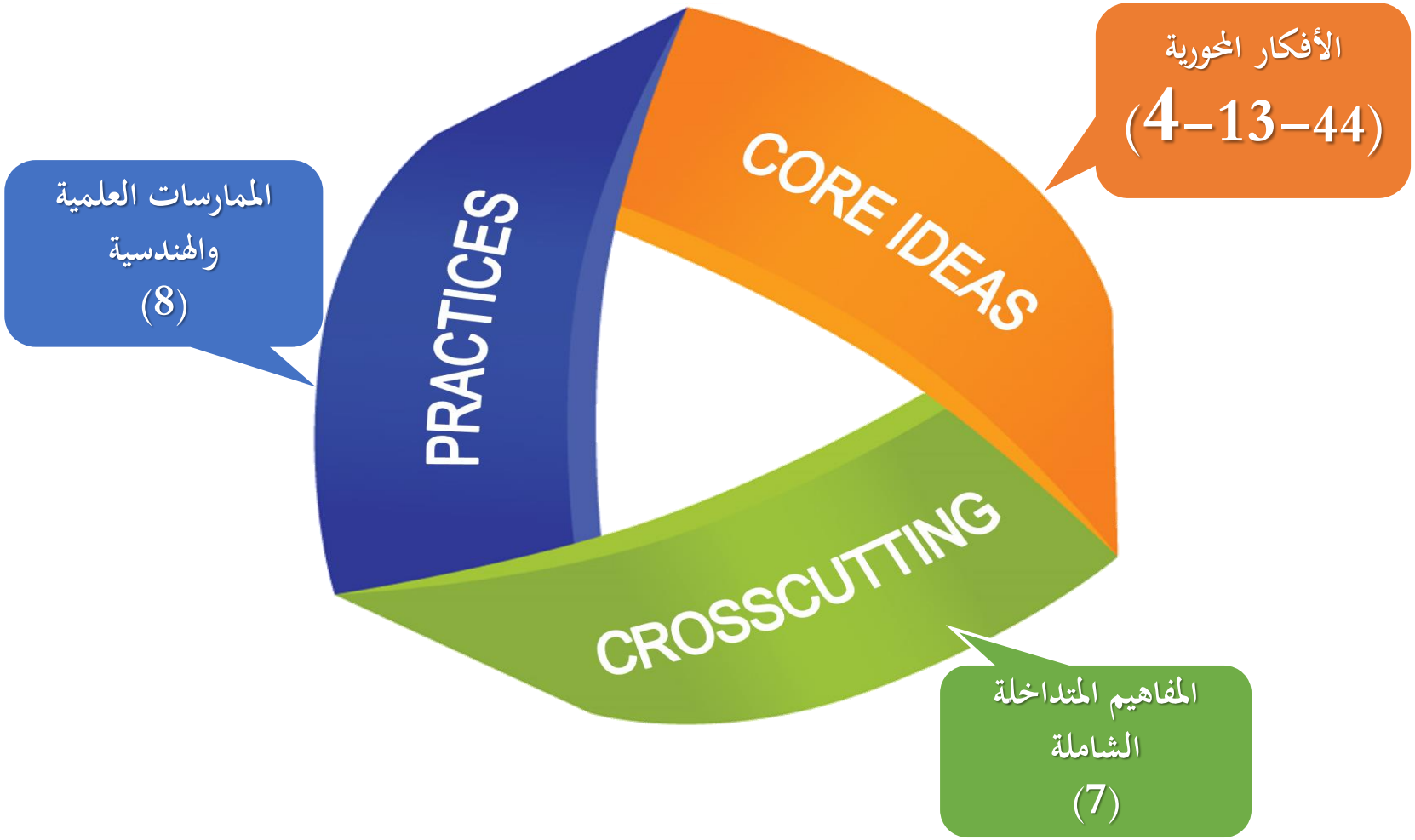


تم تصميم الإطار للمساعدة في تحقيق رؤية للتعليم في العلوم والهندسة، والتي من خلالها يتمكن الطلبة عبر سنوات الدراسة من **المشاركة بنشاط** في **الممارسات العلمية والهندسية**، و**تطبيق المفاهيم المتداخلة الشاملة**، و**تكوين فهم أعمق للأفكار المحورية** في هذه المجالات.

The framework is designed to help realize a vision for education in the sciences and engineering in which students, over multiple years of school, actively engage in scientific and engineering practices and apply crosscutting concepts to deepen their understanding of the core ideas in these fields.

(NRC, 2012)

بنية الإطار



(NRC, 2012)

بعد المفاهيم المتداخلة الشاملة

- الأنماط (Patterns)
- السبب والنتيجة (Cause and Effect)
- المقياس، النسبة، والكمية (Scale, Proportion, and Quantity)
- الأنظمة ونماذج الأنظمة (Systems and System Models)
- الطاقة والمادة (Energy and Matter)
- التركيب والوظيفة (Structure and Function)
- الاستقرار والتغيير (Stability and Change)

7 مفاهيم

(NRC, 2012)

بعد الأفكار المحورية

علوم الفيزياء
PS

- المادة وتفاعلاتها– PS1
- الحركة والاستقرار: القوى والتفاعلات– PS2
- الطاقة – PS3
- الموجات وتطبيقاتها التقنية في نقل المعلومات – PS4

علوم الحياة
LS

- من الجزيئات إلى الأعضاء: التراكيب والعمليات – LS1
- الأنظمة البيئية: التفاعلات، الطاقة، والديناميكيات – LS2
- الوراثة: التوارث وتباين الصفات – LS3
- التطور الحيوي: الوحدة والتنوع – LSA

علوم الأرض والفضاء
ESS

- موقع الأرض في الكون – ESS1
- أنظمة الأرض– ESS2
- الأرض والنشاط الإنساني – ESS3

الهندسة، التقنية، وتطبيقات العلوم
ETS

- التصميم الهندسي – ETS1
- الروابط بين الهندسة، التقنية، العلوم، والمجتمع– ETS2

(NRC, 2012)

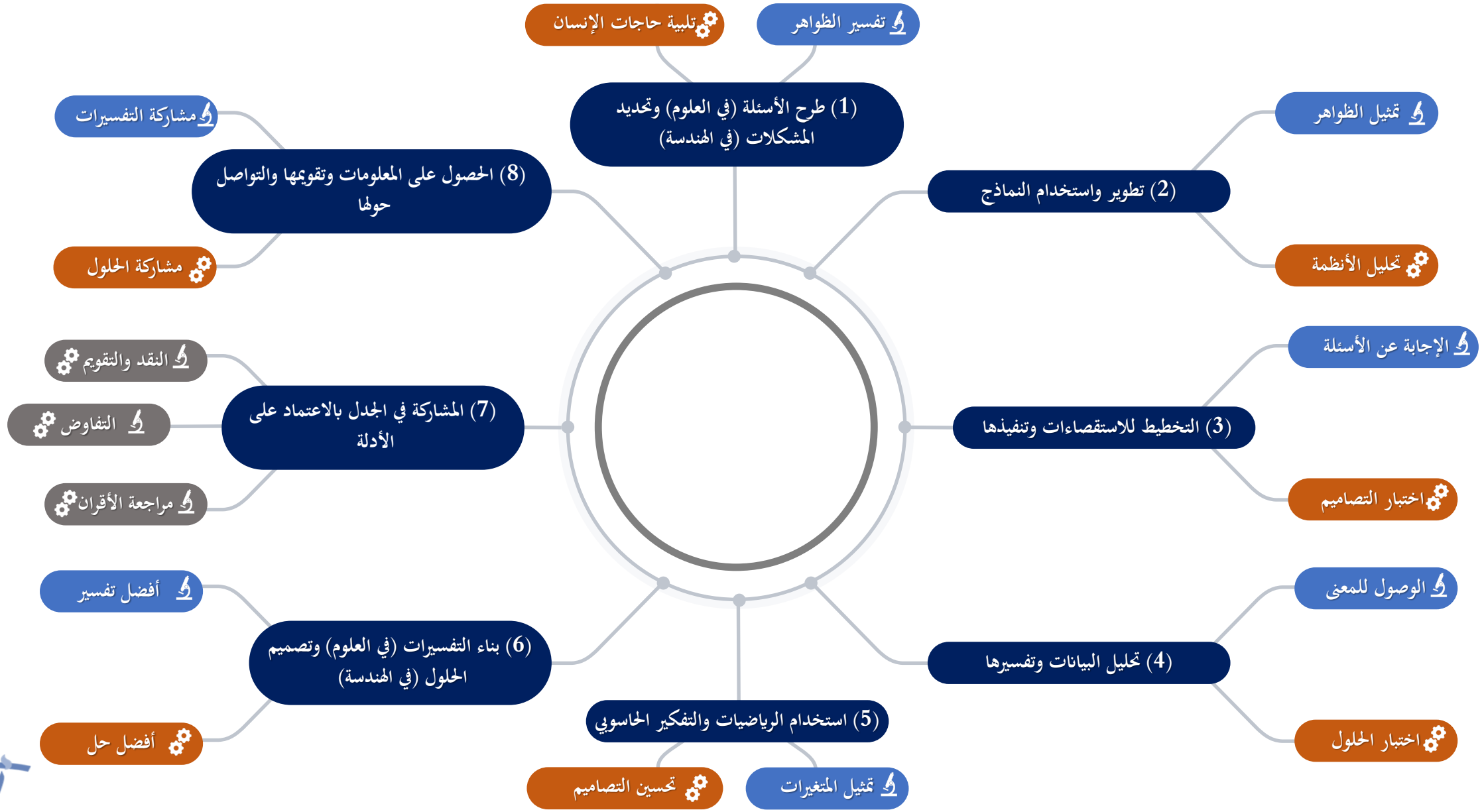
بعد الممارسات العلمية والهندسية

الممارسات التي يوظفها **العلماء** أثناء الاستقصاء وبناء النماذج والنظريات حول العالم الطبيعي.

مجموعة تأسيسية من الممارسات الهندسية التي يستخدمها **المهندسون** اثناء التصميم وبناء الأنظمة.

(NRC, 2012)

الممارسات العلمية والهندسية



(NRC, 2012)

أدوار المعلم والطالب

سنقارن بين حالتين لمعلمتين قامتا بتدريس درس: أطوار القمر، لطالبات المرحلة المتوسطة.

أثناء عرض كل حالة نستحضر أربع تساؤلات:

1. من أين تأتي الأسئلة؟
2. من الذي يحدد كيفية استقصاء السؤال؟
3. كيف يحصل الطلبة على تفسير؟
4. ما هو دور الاتفاق والاختلاف والإجماع؟

(Schwarz et al., 2017)

الحالة (1)

المعلمة

بعد أن قدمت موضوع اليوم، طلبت المعلمة من الطالبات المشاركة برفع اليد، وأن تذكر الطالبة معلومة واحدة عن القمر.

بعد مشاركة أربع طالبات، سألتهن المعلمة عما إذا لاحظن أن للقمر مظاهر مختلفة في أوقات مختلفة.

وتكمل أن المظاهر المختلفة تسمى "أطوار القمر".

ثم عرضت لهن قائمة توضح أسماء أطوار القمر الثمانية.

الطالبات

في الدرس السابق، استعرضت الطالبات ترتيب الكواكب في نظامنا الشمسي. وقمن بعمل مخطط للخصائص الرئيسية لكل كوكب.

الطالبات المشاركات قدمن معلومات مثل: "هناك صواريخ تذهب إلى القمر "، " القمر له علاقة بالمد والجزر ".

(Schwarz et al., 2017)

الحالة (1)

المعلمة

بدأت المعلمة بذكر الحقائق الأساسية حول أطوار القمر: تحدث الأطوار في دورة واحدة للقمر حول الأرض تستغرق حوالي 28 يومًا. وتوضح أن الشمس بعيدة نسبيًا عن الأرض والقمر. وتبين كيف أن الضوء يسقط من الشمس على القمر، ويضيء دائمًا نصفه بالضبط. ثم وضحت أن جزء القمر المضاء الذي يمكننا رؤيته يختلف اعتمادًا على مكان وجود القمر في مداره حول الأرض.

بعد ذلك عرضت للفصل رسمًا تخطيطيًا على السبورة الذكية، ووضحت لهم مواضع مختلفة في مدار القمر، ووصفت الطور الذي يمكن مشاهدته في تلك النقطة من المدار، مع التأكيد على اسم كل طور.

الطالبات

(Schwarz et al., 2017)

الحالة (1)

المعلمة

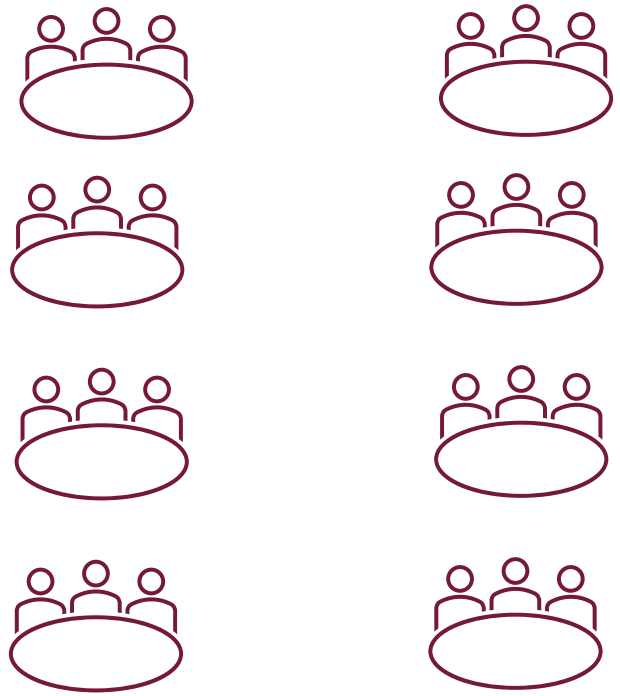
ثم تخبر المعلمة الطالبات أنه يمكنهن الآن عمل **استقصاء** بأنفسهن لرؤية كل طور من أطوار القمر.

قسمت الفصل إلى ثماني مجموعات وأعطت كل مجموعة كرة صغيرة لتمثيل القمر، وكرة زرقاء أكبر لتمثيل الأرض، ومصباح لتمثيل الشمس.

وكلفت **كل مجموعة بشرح طور واحد من الأطوار الثمانية**. وأعطت كل مجموعة اسم الطور ورسم تخطيطي يوضح مواضع القمر والأرض والشمس للطور.

أعطت كل مجموعة خمس دقائق لتحديد موقع القمر (الكرة الصغيرة)، والشمس (المصباح يدوي)، والأرض (الكرة الزرقاء الأكبر) وفقًا للرسم التخطيطي. وأطفأت أضواء حجرة الصف.

الطالبات



(Schwarz et al., 2017)

الحالة (1)

المعلمة

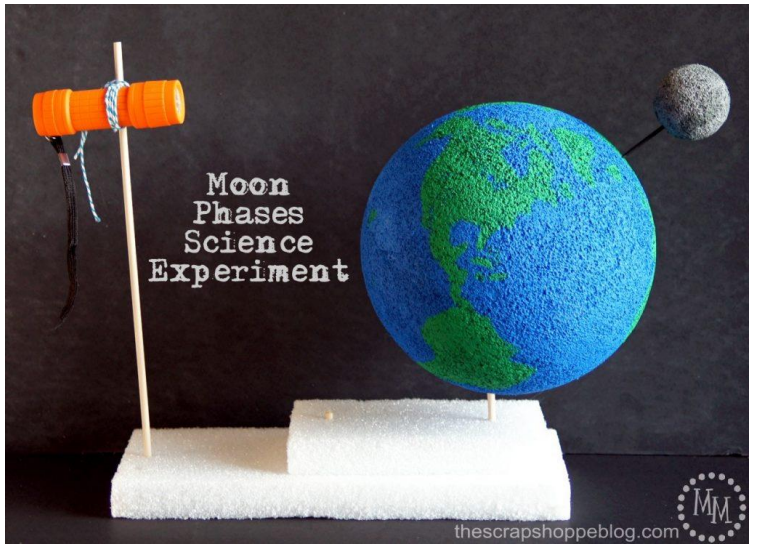
الطالبات

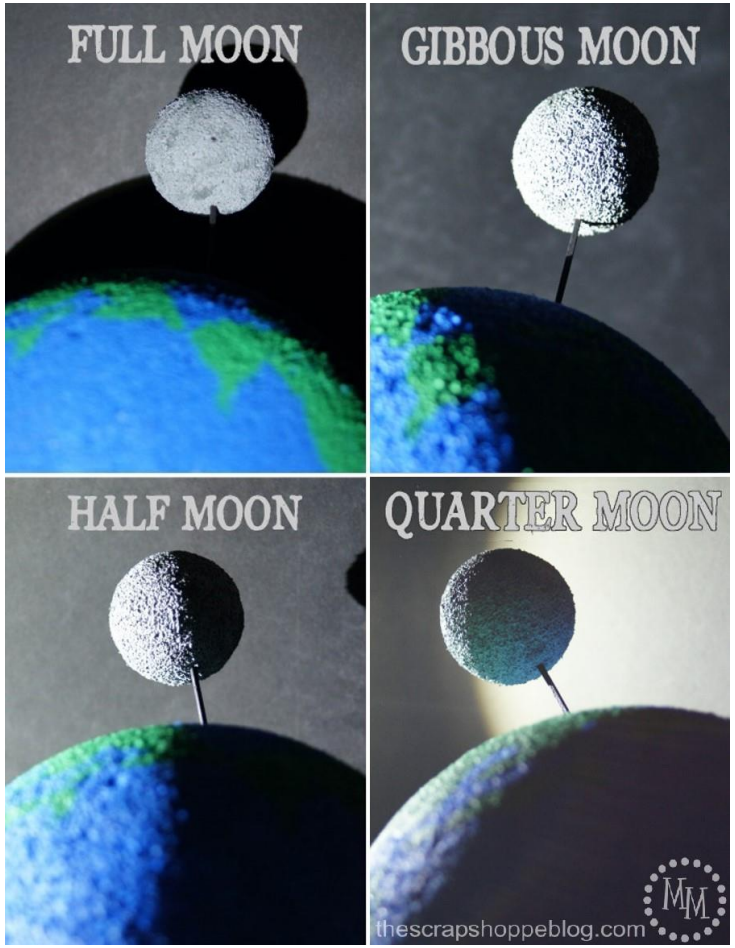
بدأت الطالبات في ترتيب مواضع الشمس والقمر والأرض بحماس لمطابقتها مع الرسم المعطى لهن.

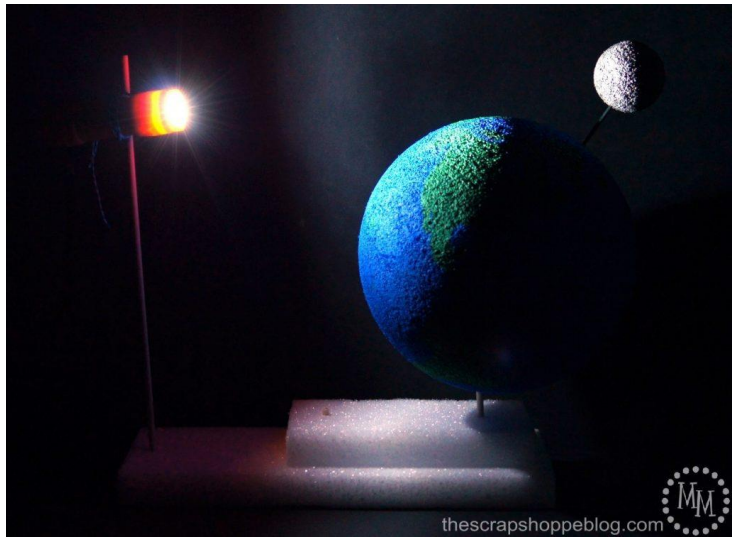
بعد ذلك، عرضت كل مجموعة نموذجها الخاص بمواقع الشمس والقمر والأرض حسب أطوار القمر، لبقية الفصل.

(Schwarz et al., 2017)

الحالة (1) – نشاط الطالبات







مصدر الصور: ("Moon Phases Science Experiment ", 2021)

الحالة (1)

المعلمة

للواجب المنزلي، طلبت المعلمة من الطالبات عمل ثماني بطاقات تعليمية من وجهين، وجه يحتوي على صورة القمر ووجه يحتوي اسم الطور.

واخبرتهن بأن هناك اختبار قصير في اليوم التالي عما تعلمنه اليوم.

الطالبات

(Schwarz et al., 2017)

أدوار المعلم والطالب

سنقارن بين حالتين لمعلمتين قامتا بتدريس درس: أطوار القمر، لطالبات المرحلة المتوسطة.

أثناء عرض كل حالة نستحضر أربع تساؤلات:

1. من أين تأتي الأسئلة؟
2. من الذي يحدد كيفية استقصاء السؤال؟
3. كيف يحصل الطلبة على تفسير؟
4. ما هو دور الاتفاق والاختلاف والإجماع؟

(Schwarz et al., 2017)

الحالة (2)

المعلمة

الطالبات

بدأت الطالبات منذ 4 أسابيع في دراسة وحدة الأرض والنظام الشمسي. والتي يركزن فيها على **سؤال** شامل "**لماذا الشمس والقمر والنجوم تتحرك في سمائنا وتتغير مظاهرها مع مرور الوقت؟** ".

كما بدأن في الفترة الأخيرة، **استقصاءً** عن أطوار القمر. موجهًا **بالسؤال**: "**لماذا يتغير شكل القمر أثناء الشهر؟**".

لأكثر من شهر خصصن بعض الدقائق من يومهن لتسجيل مظهر القمر في **جدول بيانات** بدفتر الملاحظات. وتعلم اسم كل طور.

قبل هذا الدرس، استخدمن **بيانات** وقت طلوع القمر لمعرفة أن القمر يدور حول الأرض في نفس الاتجاه الذي تدور فيه الأرض، ويستغرق شهرًا لإكمال دورة واحدة.

(Schwarz et al., 2017)

الحالة (2)

المعلمة

بدأت المعلمة درس اليوم بمناقشة لمساعدة الطالبات على تلخيص ما توصلن إليه حتى الآن، وماذا تبقى من **الأسئلة** حول ملاحظاتهن.

توجه المعلمة الانتباه إلى **السؤال** الرئيس الذي بدأ به **الاستقصاء** حول القمر: "لماذا يتغير شكل القمر أثناء الشهر؟"

الطالبات

على مدار الشهر السابق جمعت الطالبات بيانات حول مظهر القمر مع الملاحظات. يعرفن أن القمر يستغرق 28 يومًا لإكمال دورة حول الأرض، لكنهن لم يكتشفن بعد **سبب** تغير مظهر القمر بمرور الوقت.

بناءً على ما اكتشفنه حتى الآن، يقوم الفصل بتعديل **السؤال** الأصلي إلى "لماذا يتغير مظهر القمر أثناء دورانه حول الأرض؟ ".

وتقوم الطالبات بعصف ذهني **لتبادل أفكارهن الأولية حول السبب** في تغير مظهر القمر، وذلك انطلاقًا مما سبق لهن التوصل إليه.

(Schwarz et al., 2017)

الحالة (2)

المعلمة

تثير المعلمة المناقشة **بسؤال**: كيف يمكن رؤية القمر من الأرض بالأساس؟

تقترح المعلمة أن يحاولن تصور ما يحدث لمظهر القمر عندما يدور حول الأرض.

وتوصيهن باستخدام بعض الأدوات **ليعرفن بأنفسهن السبب** في تغير مظهره.

الطالبات

تستدل الطالبات **بمعرفتهن السابقة** حول مصادر الضوء وكيف يسمح لنا بالرؤية.

وبشكل عام **يتفقن** على أن سبب رؤية الجزء المضاء من القمر من الأرض، هو انعكاس أشعة الشمس الساقطة على ذلك الجزء (نظرًا لأن القمر ليس مصدرًا للضوء).

لكنهن **غير متفقات على السبب** في تغير شكل الضوء أثناء دوران القمر حول الأرض.

تفاعلت الطالبات بحماس مع اقتراح المعلمة.

(Schwarz et al., 2017)

الحالة (2)

المعلمة

وكما هو الحال في أنشطة النمذجة السابقة في فصلها، وجهت المعلمة الطالبات للاتفاق على السؤال الذي سيفسره النموذج، ومن ثم عصف ذهني لتبادل الأفكار حول ما يجب تمثيله في النموذج.

تعطي المعلمة كل مجموعة كرة صغيرة وتقترح استخدامها لتمثيل القمر. وتقترح استخدام مصباح ليمثل الشمس ووضعته في وسط حجرة الصف حتى يتمكن الجميع من استخدام ضوءه، كما قامت بتغطية النوافذ ليكون الضوء الوحيد في الغرفة هو ضوء المصباح.

بما أن الهدف من هذا النشاط هو رؤية كيف يبدو القمر من الأرض، تساعد المعلمة الطالبات للوصول إلى فكرة استخدام الكرة وأجسامهن لمحاكاة مدار القمر حول الأرض – بحيث تمثل أجسامهن الأرض والكرة القمر (مع تذكيرهن بما توصلن إليه من مراقبة القمر).

الطالبات

في المناقشة، قررت الطالبات أنهن بحاجة إلى تمثيل الأرض والقمر والشمس.

(Schwarz et al., 2017)

الحالة (2)

المعلمة

قبل أن يبدأن، طلبت المعلمة من الطالبات **بيان ما لذي يحاولن فهمه وكيف سيستخدمن الأدوات لاختبار أفكارهن.**

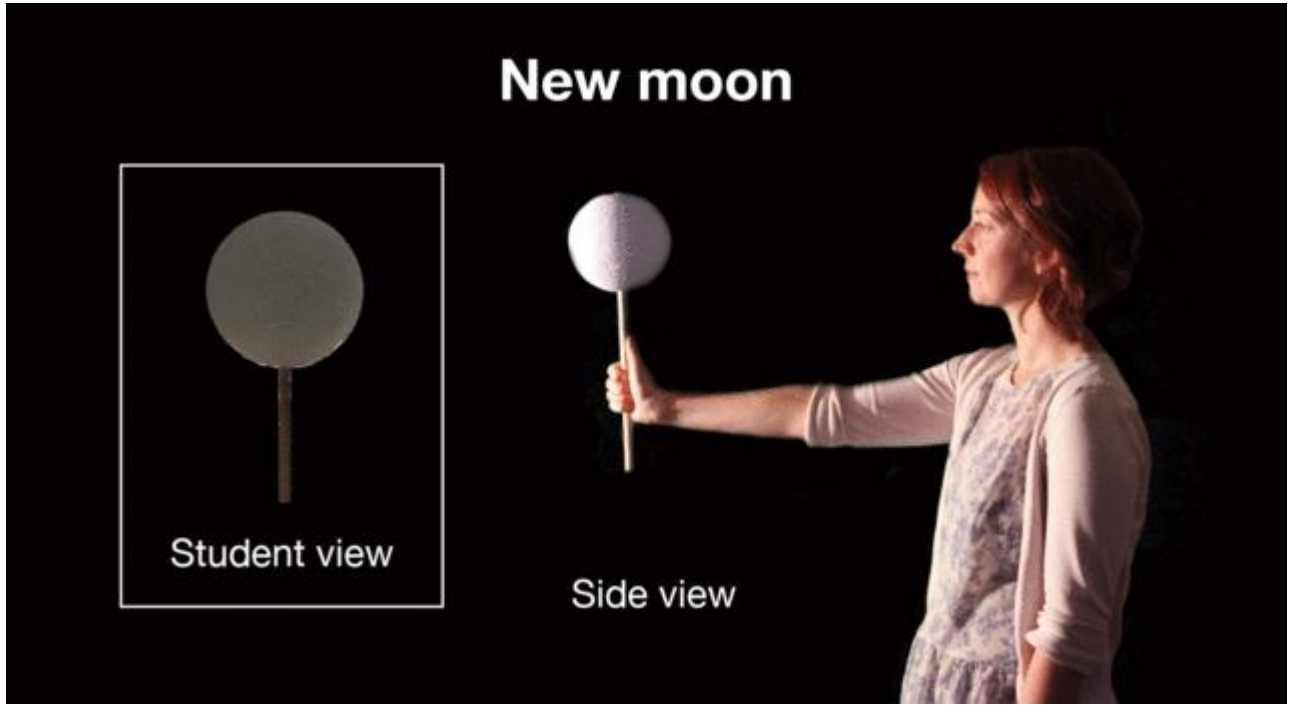
الطالبات

تتفق الطالبات على أنهن بحاجة إلى معرفة أطوار القمر التي يمكنهن رؤيتها في كل موضع من المدار.

تتحدث الطالبات بنشاط أثناء النشاط **ويدوّن ملاحظات** حول ما يمكنهن رؤيته من كل موقع.

(Schwarz et al., 2017)

الحالة (2) – نشاط الطالبات



مصدر الصور:

Jet Propulsion Laboratory
California Institute of Technology

الحالة (2)

المعلمة

تطلب المعلمة منهن أن يناقشن التفسير في مجموعاتهن ويرسمن تمثيلًا على الورقة يوضح: لماذا يتغير مظهر القمر أثناء دورانه حول الأرض؟

عندما تنتهي أي مجموعة، تطلب المعلمة منها تعليق الرسومات حول حجرة الصف.

الطالبات

الطالبات الآن مستعدات لمحاولة تفسير الظاهرة، بعد جمع الأدلة.

ثم يقمن بجولة حول حجرة الصف، لرؤية ما عملت عليه كل مجموعة.

(Schwarz et al., 2017)

الحالة (2)

المعلمة

توجه المعلمة النقاش لمساعدة الطالبات على **الإجماع** على **تفسير وطريقة لتمثيل ذلك التفسير بالرسم**.

للواجب المنزلي طلبت المعلمة: كتابة فقرة قصيرة إلى صديقة من صف مختلف، **لتفسير** سبب رؤيتنا لأطوار القمر من الأرض.

وفي اليوم التالي في الفصل **تطبق** الطالبات أفكارهن– من خلال البحث في كتب الأطفال عن الصور التي يجب رسمها بشكل مختلف بناءً على معرفتهن حول أطوار القمر.

الطالبات

ثم تقضي كل مجموعة بعض الوقت لمناقشة الرسومات، في محاولة لتحديد مواضع **الاتفاق والاختلاف** بينهم وبين المجموعات الأخرى، وما لذي يعتبر **تمثيلًا جيدًا للظاهرة**.

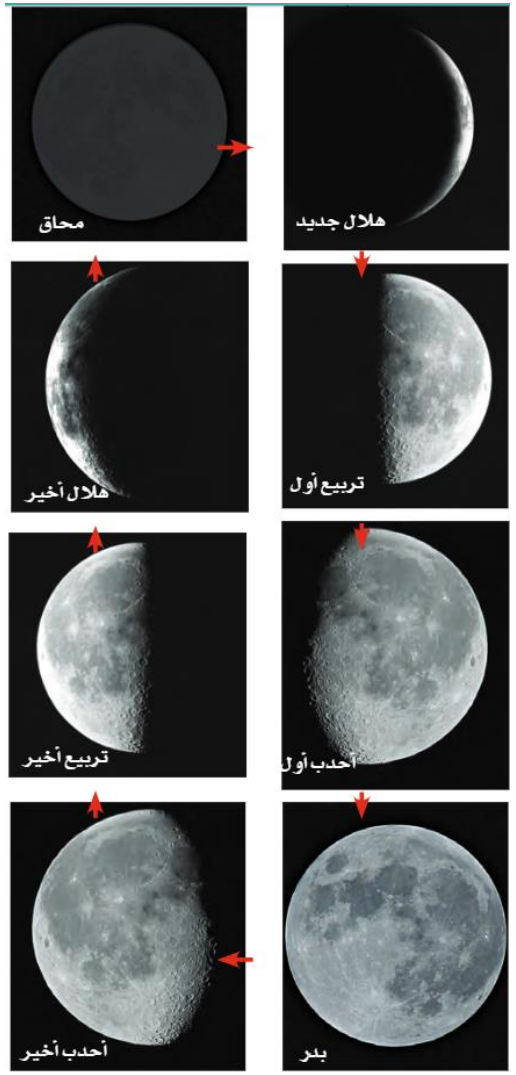
ثم يناقش الفصل بأكمله **الاختلافات بين التفسيرات وكيف تم تمثيلها**.

(Schwarz et al., 2017)

مقارنة الحالتين

أوجه الشبه بين الحالتين:

- "أطوار القمر" هو اسم الفكرة العلمية.
- شاركت الطالبات في أنشطة العلوم باستخدام مواد محسوسة وإستراتيجيات التعلم النشط.
- كانت هناك محاولة لتفسير سبب تغير مظهر القمر.



(Schwarz et al., 2017)

من أين تأتي الأسئلة؟

الحالة (1)

جاءت الأسئلة من المعلمة، وقدمت أطوار القمر باعتبارها الموضوع التالي في الوحدة.

لم يكن هنالك سؤال يتمحور حوله تعلم الطالبات.

الحالة (2)

تولدت الأسئلة من ملاحظات الطالبات الخاصة. كجزء من بحث أكبر حول السؤال الشامل للوحدة، فقد لاحظن أنماطًا في مظهر القمر واستنتجن حقيقة أنها تحدث في دورات.

تمت صياغة السؤال لماذا يتغير شكل القمر بمرور الوقت؟ – في ضوء ظاهرة مرت بها الطالبات.

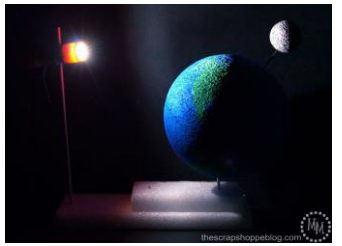
شاركت الطالبات مع المعلمة في صياغة السؤال.

أعطت المعلمة عددًا من الأسئلة السابرة لإرشاد وتوجيه تعلمهن.

(Schwarz et al., 2017)

من يحدد كيفية استقصاء السؤال؟

الحالة (1)



جاء تصميم الاستقصاء مباشرة من المعلمة.

تم إعطاء الطالبات توجيهات بهدف تكرار ما عرضته المعلمة مسبقًا، وبالتالي فإن النشاط لا يمثل استقصاءً.

الحالة (2)

في النشاطين:

استكشفت الطالبات كيف يسقط ضوء الشمس على القمر وكيف يؤثر ذلك على رؤيتنا له من الأرض.

استخدمت الطالبات أدوات متشابهة – الكرات ومصادر الضوء.

كان تخطيط النشاط تشاركيًا مع الطالبات.

كان للمعلمة دور حاسم، لكن الطالبات شاركن في التفكير في كيفية استقصاء السؤال الخاص بالدرس، مع فهمن لعلاقته بالسؤال الرئيس للوحدة.

اقترحت المعلمة استخدام الأدوات لاستكشاف سبب تغير مظهر القمر، لكنها سألت الطالبات عن الأشياء التي ستمثل في النموذج، وكيف ستستخدم لاستقصاء السؤال.

(Schwarz et al., 2017)

كيف يحصل الطلبة على تفسير؟

الحالة (1)

كان على الطالبات فهم وتكرار تفسير المعلمة.

قدمت المعلمة التفسير أولًا. ثم أعطت للطالبات الفرصة لرؤية الأفكار قيد التنفيذ من خلال استكشاف أطوار القمر المختلفة.

ساعدهن القيام بالنشاط على مشاهدة الفكرة ورؤية أنها نجحت، لكنهن مدركات أن ما قمن به كان صحيحًا.

على الرغم من تحديد أن هدف الدرس يتمثل في التفسير، إلا أن تقييم المعلمة (عمل البطاقات)، والاختبار القصير في اليوم التالي ركز على أسماء المراحل وترتيبها، بدلاً من تقييم ما إذا كان يمكن للطالبات استخدام هذا التفسير والتفكير بواسطته.

الحالة (2)

تم توجيه الطالبات لبناء التفسير، ومن خلال المناقشات ونشاط المجموعات كانت الطالبات منهمكات في بناء واستخدام التفسيرات.

المعلمة ساعدت الفصل في الوصول إلى نقطة انطلاق جيدة، بحيث بدأت الطالبات الاستقصاء من فكرة أن ما نراه هو انعكاس لضوء الشمس على القمر.

كان الأمر متروكًا للطالبات لمعرفة سبب تغير مظهر القمر عند دورانه حول الأرض.

تقييم المعلمة (الكتابة إلى صديقة)، والتطبيق في اليوم التالي (صور القمر في كتب الأطفال)، ركز على استخدام التفسير والتفكير بواسطته.

(Schwarz et al., 2017)

ما هي أدوار الاتفاق والاختلاف والإجماع؟

الحالة (1)

كانت السلطة في يد المعلمة فهي من قامت بمعظم العمل لبناء المعرفة، وليس الطالبات.

دور المعلمة تقديم التفسير.

دور الطالبات هو متابعة توجيهات المعلمة، مثل: القيام بالنشاط لتطبيق الأفكار التي قدمتها، وتعلم المادة لأجل التقييم.

الحالة (2)

كانت السلطة أكثر توزيعًا.

في كل مجموعة تفاوضت الطالبات على تفسير تغير مظهر القمر.

في الجولة تمت مشاركة أفكار المجموعة، ومقارنتها بأفكار المجموعات الأخرى.

القرار النهائي للتفسير وطريقة تمثيله بالرسم، تم بإجماع من الطالبات بتوجيه من المعلمة.

(Schwarz et al., 2017)

الطالبات في الحالة (2)

تحملن مسؤولية فهم الظاهرة وبناء التفسيرات ومقارنتها على مستوى الصف والوصول إلى إجماع.

منهمكات في الممارسات العلمية المستهدفة في NGSS، مثل: طرح الأسئلة، والتخطيط للاستقصاء وتنفيذه، والنمذجة لفهم الظاهرة، وتحليل البيانات، وبناء التفسيرات، والمشاركة في الجدل بالاعتماد على الأدلة، وجمع المعلومات وتقويمها والتواصل حولها.

الطالبات وأفكارهن كنّ محورًا للتعلم.

(Schwarz et al., 2017)

The Practice Turn – التحول للممارسة

الحالة (1)

طلب من الطالبات معرفة واسترجاع المعلومات العلمية التي أعطيت لهن.

معرفة الأفكار العلمية فقط
(What?).

الحالة (2)

تم توظيف الأفكار والممارسات العلمية كأدوات مفيدة للتفكير وبناء معنى (Sense-Making) للعالم من حولنا.

معرفة الظواهر وكيفية حدوثها وأسبابها
(What? & How? & Why?).

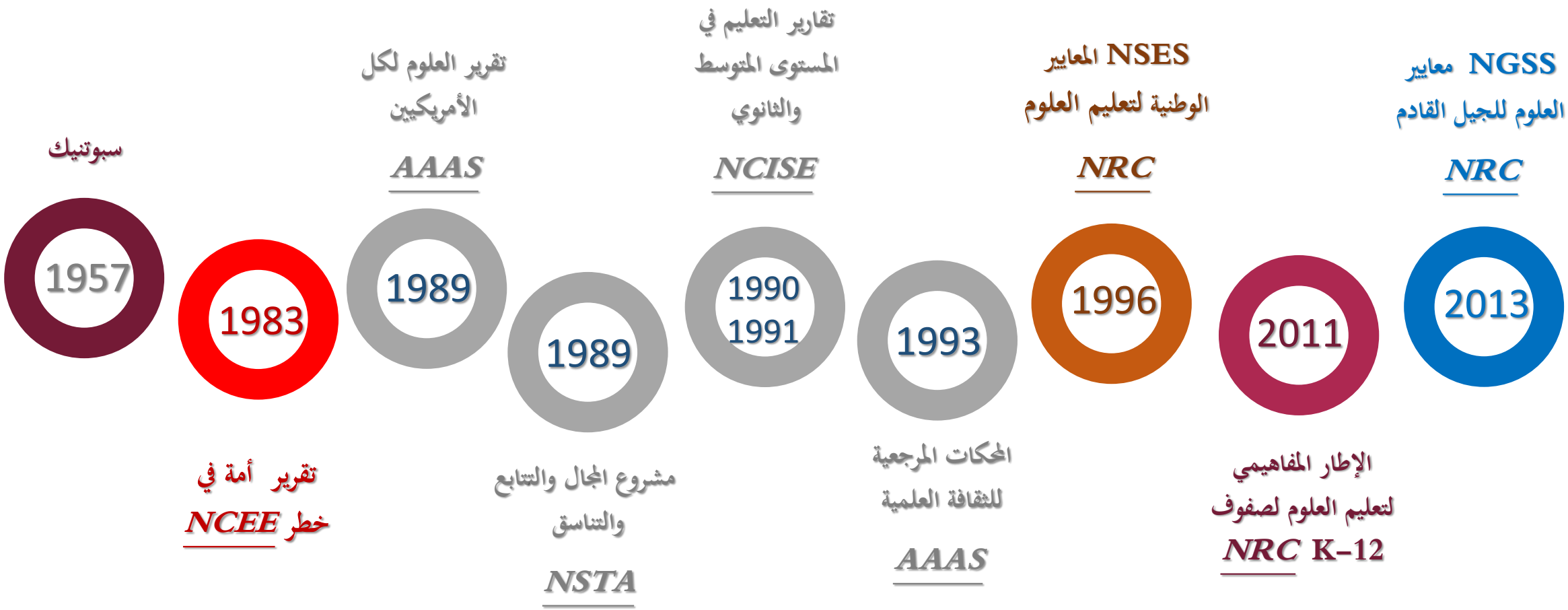
عملية بناء المعنى تمت بشكل تدريجي من خلال الممارسات، مثل: طرح الأسئلة واستخدام النماذج، وبناء التفسيرات، والجدل، والتواصل.

البناء التدريجي للمعنى بواسطة الممارسات

هو ما يمثل **تحولًا جذريًا** في تأطير ماهية تعلم العلوم.

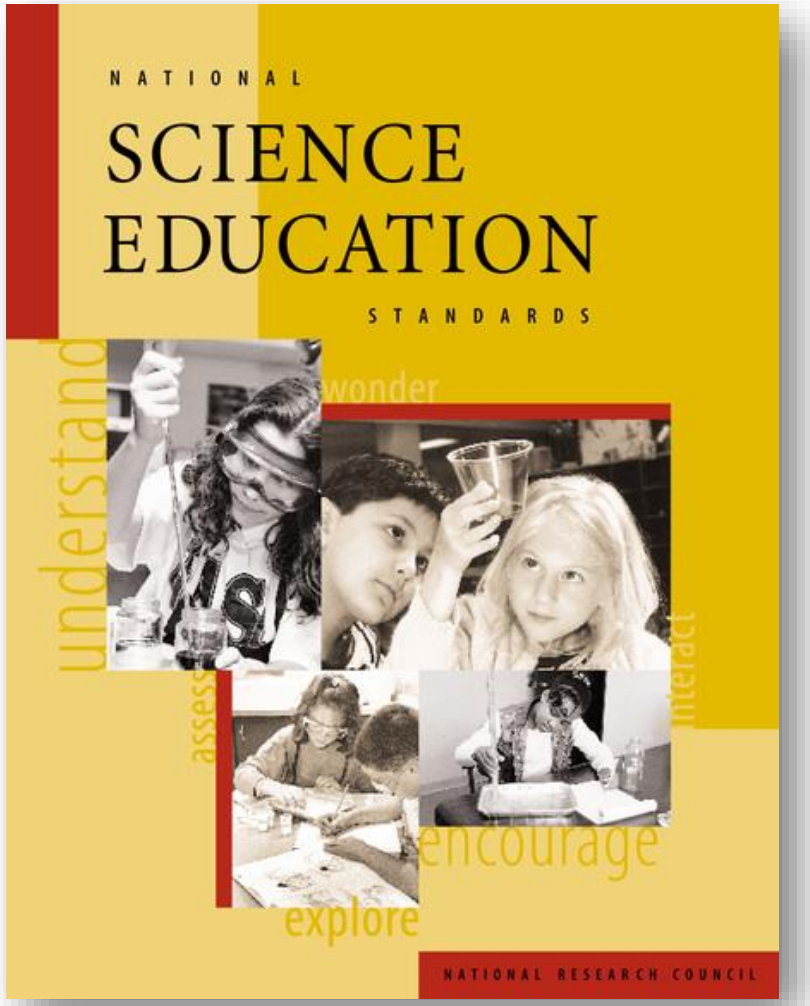
(Schwarz et al., 2017)

تعليم العلوم: إصلاحات مستمرة



(Bybee, 1995; NGSS Lead States, 2013)

الاستقصاء في معايير NSES 1996



students describe objects and events, ask questions, construct explanations, test those explanations against current scientific knowledge, and communicate their ideas to others. They identify their assumptions, use critical and logical thinking, and consider alternative explanations. In this way, students actively develop their understanding of science by combining scientific knowledge with reasoning and thinking skills. (p. 23)

"يصف الطلاب الأشياء والأحداث، يطرحون **الأسئلة**، يبنون **التفسيرات**، يختبرون تلك التفسيرات في مقابل المعرفة العلمية الحالية، **ويتواصلون** بأفكارهم مع الآخرين، يحددون افتراضاتهم، ويستخدمون **التفكير النقدي والمنطقي**، وينظرون في **التفسيرات البديلة**. بهذه الطريقة، ينمي الطلبة بنشاط فهمهم للعلم من خلال الجمع بين المعرفة العلمية ومهارات **الاستدلال والتفكير** ".

(as cited in Osborne & Quinn, 2017)

لماذا التحول عن المدخل القائم على الاستقصاء؟

أشير له بشكل مكثف في الوثائق السابقة، ومع مرور الوقت تم تفسيره بطرق مختلفة

(NRC, 2012)

المفهوم لم يتم التعبير عنه بشكل جيد (poorly articulated)

(Osborne, 2014)

اختلافات حول ما يعنيه تدريس العلوم من خلال الاستقصاء.

خلط بين الهدف من المدخل القائم على الاستقصاء والمهارات العملية.

(Osborne, 2014)

استخدم كوسيلة للتحقق من تفسير الظواهر الطبيعية كما يقدم من قبل المعلم، بدلًا من كونه وسيله لفهم طبيعة عمل العلماء.

(Abd El-Khalick et al., 2004 as cited in Osborne, 2014)

شددت على الجانب العملي للعلم (hands-on aspect)، وفشلت في تضمين الجدل والتواصل

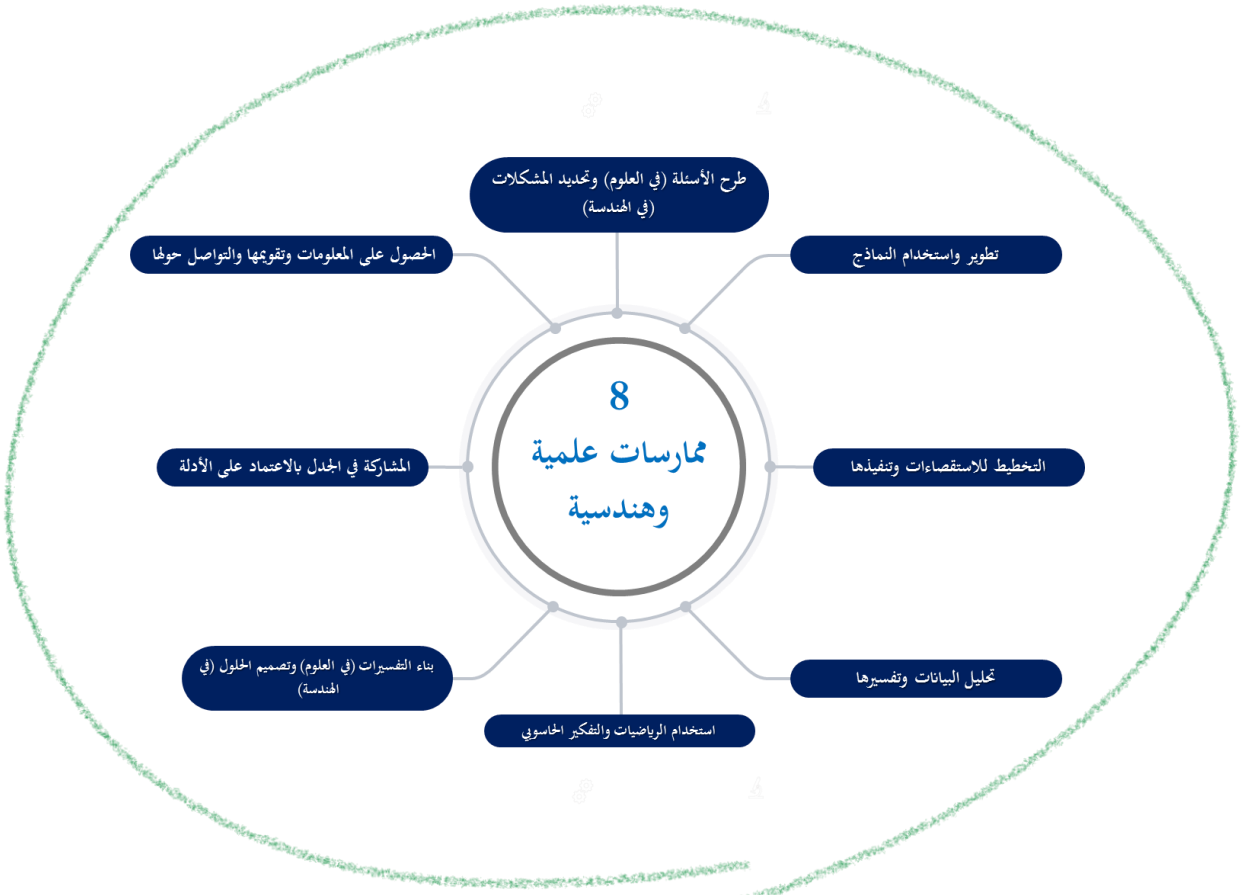
(Osborne & Quinn, 2017)

فشلت في إظهار مجموعة أكثر تنوعًا من الأساليب العلمية (Scientific Method)

(Osborne & Quinn, 2017)

حل مشكلة عدم وضوح مصطلح الاستقصاء

مساهمة مهمة في معالجة
مشكلة الاستقصاء
(Osborne, 2014).



يمكن التفكير في الممارسات العلمية
والهندسية كموجه ثانية من الاستقصاء
لا كبديل عنه (Inquiry 2.0)
(Schwarz et al., 2017).

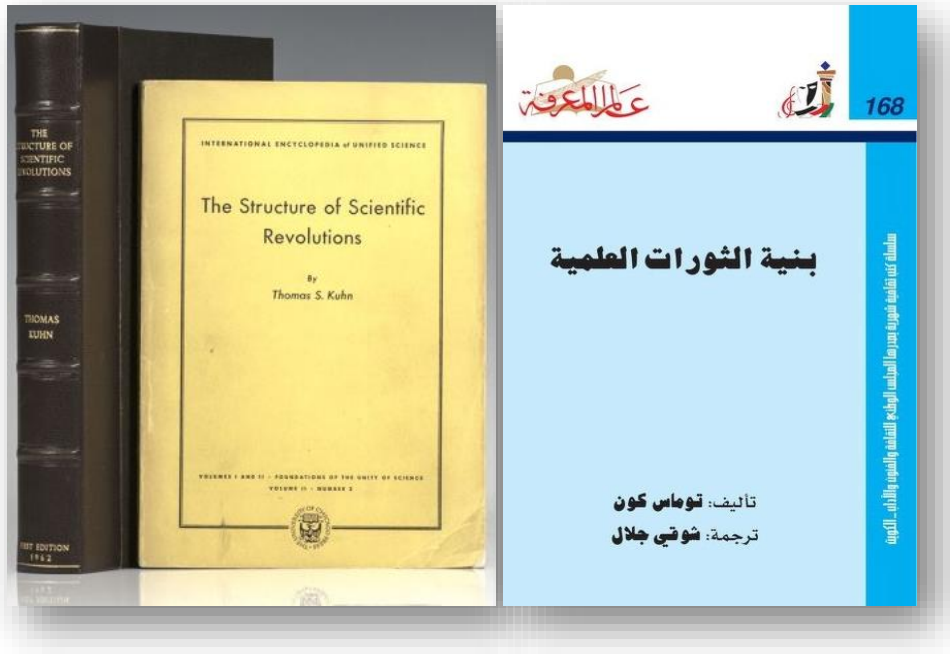
تمثل نواتج للتعلم
وإستراتيجيات تدريسية
(Bybee, 2011)

رؤية العلم كنشاط قائم على الممارسة

تصور العلم كنشاطٍ يقوم به مجتمع من الممارسين الذين يتشاركون في مجموعة محددة من الممارسات.

1962

التقدم العلمي يتم بواسطة مجتمع من العلماء ضمن نماذج إرشادية (Paradigms) توجه عملهم بمجموعة محددة من القيم والقواعد والالتزامات (الممارسات)، بعضها تم التفاوض عليه اجتماعيًا.



الدراسات حول أنشطة العلماء أظهرت أن إنتاج المعرفة العلمية يتأثر بالسياق الاجتماعي والثقافي والمؤسسي.

(Osborne, 2014)

رؤية العلم كنشاط قائم على الممارسة

مجال علم النفس

دراسة (Klahr & Dunbar, 1988):

طورت نموذجًا يشير إلى أن ممارسة العلم تتضمن ثلاث عمليات رئيسية، هي: صياغة الفرضيات، والتجريب، وتقييم الأدلة.

مجال فلسفة العلم

دراسة (Giere et al, 2006):

قدمت نموذجًا مشابهًا من منظور فلسفي، يقترح أيضًا ثلاث مراحل من الاستقصاء كبنية للتفكير العلمي.

وصول مجموعتين من الباحثين من تخصصين مختلفين بشكل مستقل إلى نماذج متشابهة، يشير بوضوح إلى أن هنالك

بنية أساسية للنشاط العلمي.

(Osborne, 2014)

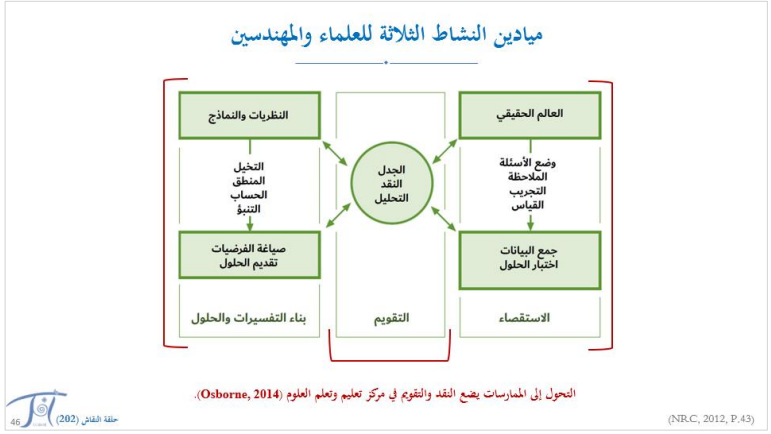
نموذج للنشاط العلمي

Stanford | GRADUATE SCHOOL OF EDUCATION

Jonathan Osborne

Professor Emeritus

جوناثان أوزبورن أستاذ تعليم العلوم بجامعة ستانفورد، وأحد أعضاء لجنة الإطار
قدم نموذجًا للنشاط العلمي



النموذج عبارة عن توليف لنتائج الدارستين السابقتين من مجاليّ علم النفس، وفلسفة العلم.

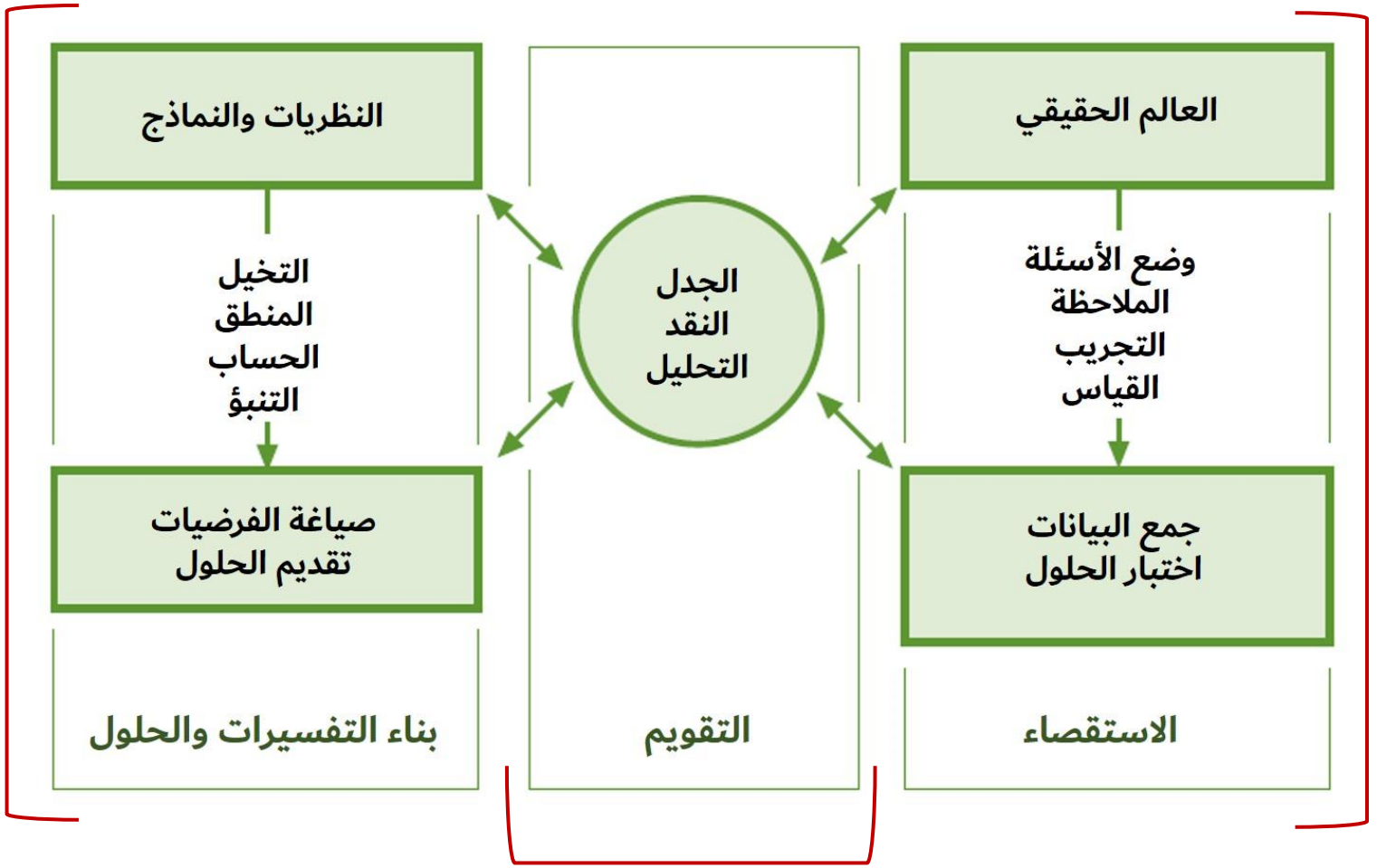
تم تبنيه في إطار تعليم العلوم للصفوف من التمهيدي إلى الثاني عشر

كمنطلق لتحديد:

- الممارسات العلمية والهندسية.
- كيفية تكامل الممارسات مع الاستقصاء والتصميم.

(Osborne, 2014; Osborne & Quinn, 2017)

ميادين النشاط الثلاثة للعلماء والمهندسين



التحول إلى الممارسات يضع النقد والتقويم في مركز تعليم وتعلم العلوم (**Osborne, 2014**).

(NRC, 2012, P.43)

ما سبب تضمين الممارسات الهندسية؟

العلاقة التكاملية بين العلوم والهندسة، حيث يتوقع أن مشاركة الطلبة في مشاريع التصميم الهندسي ستساعدهم على:

- تطبيق المعرفة العلمية، والتعمق فيها.
- فهم القيمة العملية للمعرفة العلمية.
- قد تفتح نافذة على تخصصات الهندسة كمسار وظيفي محتمل للطالب.

(Osborne & Quinn, 2017)

كيف سيسهم المدخل القائم على الممارسة في تحسين تعليم العلوم؟

معرفة ومهارة

استخدم مصطلح ممارسة (Practice) للتأكيد على أن المشاركة في الاستقصاءات العلمية لا تقتصر على المهارات فقط، بل تتطلب المعرفة المحددة لكل ممارسة

(NRC, 2012)

الثقافة العلمية

توظيف الممارسات في أنشطة تركز على:

تقييم ونقد مصادر المعلومات

بناء المعرفة العلمية وتصميم الحلول

(Covitt et al, 2017)

سياقات حقيقية للتعلم

يسلط الضوء على ما هو مركزي في العلم وهو ما ينبغي أن يكون مركزيًا بدوره في أنشطة المتعلمين

(Ford, 2015)

المعرفة الإجرائية والإبستمولوجية

تساعد الممارسات على تطوير فهم أعمق وأوسع للبنى الإجرائية والإبستمولوجية التي توجه ممارسة العلم

(Osborne, 2014)

بناء هادف للمعرفة

يتجاوز الطلبة الأداء الاستظهاري (Rote Performance) لعمليات العلم إلى الانخراط في بناءٍ هادف للمعرفة ينمي فهمهم للممارسة

(Berland et al., 2015)

الاستيعاب المفاهيمي

يؤكد على تنمية الاستيعاب المفاهيمي بدلًا من استظهار الحقائق والنظريات

(Osborne & Quinn, 2017)

Inside the NGSS Box

رمز المعيار وعنوانه

يحدد العنوان موضوع المحتوى وقد يتكرر في أكثر من مستوى دراسي. لكن الرمز يكون محدد حسب المستوى الدراسي يليه رمز الفكرة المحورية.

توقعات الأداء

عبارات تجمع بين الممارسات والأفكار والمفاهيم لوصف كيف يظهر الطلبة ما تعلموه.

العبارات التوضيحية

عبارات تقدم أمثلة أو توضيحات إضافية لتوقعات الأداء

حدود التقييم

عبارات إرشادية لما يجب أن يتم التركيز عليه في توقعات الأداء بما يتناسب والمستوى الدراسي.

(*)الربط مع الهندسة

تشير علامة النجمة إلى علاقة مع الهندسة في الممارسات أو المفاهيم أو الأفكار، والتي تدعم توقعات الأداء.

ماذا نقيم؟

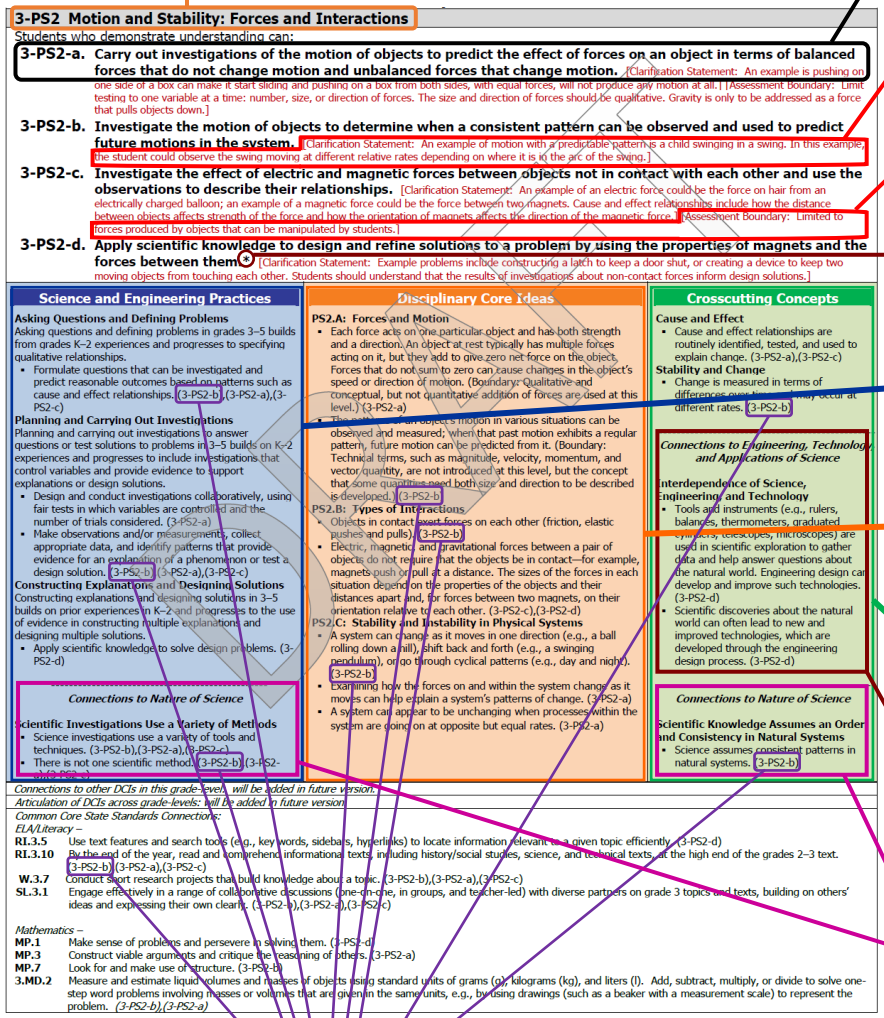
مجموعة من توقعات الأداء التي تصف ما يجب أن يكون الطلبة قادرين على فعله لتحقيق المعيار.

صندوق الأسس

أبعاد الإطار الثلاثة التي استخدمت لبناء توقعات الأداء.

صندوق الربط

مع معايير (NGSS) الأخرى.
مع المعايير الأساسية المشتركة للرياضيات وفنون اللغة الإنجليزية.



3-PS2 Motion and Stability: Forces and Interactions

Students who demonstrate understanding can:

3-PS2-a. Carry out investigations of the motion of objects to predict the effect of forces on an object in terms of balanced forces that do not change motion and unbalanced forces that change motion. [Clarification Statement: An example is pushing on one side of a box can make it start sliding and pushing on a box from both sides, with equal forces, will not produce any motion at all.] [Assessment Boundary: Limit testing to one variable at a time: number, size, or direction of forces. The size and direction of forces should be qualitative. Gravity is only to be addressed as a force that pulls objects down.]

3-PS2-b. Investigate the motion of objects to determine when a consistent pattern can be observed and used to predict future motions in the system. [Clarification Statement: An example of motion with a predictable pattern is a child swinging in a swing. In this example, the student could observe the swing moving at different relative rates depending on where it is in the arc of the swing.]

3-PS2-c. Investigate the effect of electric and magnetic forces between objects not in contact with each other and use the observations to describe their relationships. [Clarification Statement: An example of an electric force could be the force on hair from an electrically charged balloon; an example of a magnetic force could be the force between two magnets. Cause and effect relationships include how the distance between objects affects strength of the force and how the orientation of magnets affects the direction of the magnetic force.] [Assessment Boundary: Limited to forces produced by objects that can be manipulated by students.]

3-PS2-d. Apply scientific knowledge to design and refine solutions to a problem by using the properties of magnets and the forces between them* [Clarification Statement: Example problems include constructing a latch to keep a door shut, or creating a device to keep two moving objects from touching each other. Students should understand that the results of investigations about non-contact forces inform design solutions.]

Science and Engineering Practices

Asking Questions and Defining Problems
Asking questions and defining problems in grades 3–5 builds from grades K–2 experiences and progresses to specifying qualitative relationships.
- Formulate questions that can be investigated and predict reasonable outcomes based on patterns such as cause and effect relationships. (3-PS2-b),(3-PS2-a),(3-PS2-c)

Planning and Carrying Out Investigations
Planning and carrying out investigations to answer questions or test solutions to problems in 3–5 builds on K–2 experiences and progresses to include investigations that control variables and provide evidence to support explanations or design solutions.
- Design and conduct investigations collaboratively, using fair tests in which variables are controlled and the number of trials considered. (3-PS2-a)
- Make observations and/or measurements, collect appropriate data, and identify patterns that provide evidence for an explanation of a phenomenon or test a design solution. (3-PS2-b) (3-PS2-a),(3-PS2-c)

Constructing Explanations and Designing Solutions
Constructing explanations and designing solutions in 3–5 builds on prior experiences in K–2 and progresses to the use of evidence in constructing multiple explanations and designing multiple solutions.
- Apply scientific knowledge to solve design problems. (3-PS2-d)

Connections to Nature of Science

Scientific Investigations Use a Variety of Methods
- Science investigations use a variety of tools and techniques. (3-PS2-b),(3-PS2-a),(3-PS2-c)
- There is not one scientific method. (3-PS2-b) (3-PS2-

Disciplinary Core Ideas

PS2.A: Forces and Motion
- Each force acts on one particular object and has both strength and a direction. An object at rest typically has multiple forces acting on it, but they add to give zero net force on the object. Forces that do not sum to zero can cause changes in the object's speed or direction of motion. (Boundary: Qualitative and conceptual, but not quantitative addition of forces are used at this level.) (3-PS2-a)
- The [illegible] an object's motion in various situations can be observed and measured; when that past motion exhibits a regular pattern, future motion can be predicted from it. (Boundary: Technical terms, such as magnitude, velocity, momentum, and vector quantity, are not introduced at this level, but the concept that some quantities need both size and direction to be described is developed. (3-PS2-b)

PS2.B: Types of Interactions
- Objects in contact exert forces on each other (friction, elastic pushes and pulls). (3-PS2-b)
- Electric, magnetic, and gravitational forces between a pair of objects do not require that the objects be in contact—for example, magnets push or pull at a distance. The sizes of the forces in each situation depend on the properties of the objects and their distances apart and, for forces between two magnets, on their orientation relative to each other. (3-PS2-c),(3-PS2-d)

PS2.C: Stability and Instability in Physical Systems
- A system can change as it moves in one direction (e.g., a ball rolling down a hill), shift back and forth (e.g., a swinging pendulum), or go through cyclical patterns (e.g., day and night). (3-PS2-b)
- Examining how the forces on and within the system change as it moves can help explain a system's patterns of change. (3-PS2-a)
- A system can appear to be unchanging when processes within the system are going on at opposite but equal rates. (3-PS2-a)

Crosscutting Concepts

Cause and Effect
- Cause and effect relationships are routinely identified, tested, and used to explain change. (3-PS2-a),(3-PS2-c)

Stability and Change
- Change is measured in terms of differences over [illegible] may occur at different rates. (3-PS2-b)

Connections to Engineering, Technology and Applications of Science

Interdependence of Science, Engineering and Technology
- Tools and instruments (e.g., rulers, balances, thermometers, graduated cylinders, telescopes, microscopes) are used in scientific exploration to gather data and help answer questions about the natural world. Engineering design can develop and improve such technologies. (3-PS2-d)
- Scientific discoveries about the natural world can often lead to new and improved technologies, which are developed through the engineering design process. (3-PS2-d)

Connections to Nature of Science

Scientific Knowledge Assumes an Order and Consistency in Natural Systems
- Science assumes consistent patterns in natural systems. (3-PS2-b)

Connections to other DCIs in this grade-level: will be added in future version.

Articulation of DCIs across grade-levels: will be added in future version

Common Core State Standards Connections:

ELA/Literacy –

RI.3.5 Use text features and search tools (e.g., key words, sidebars, hyperlinks) to locate information relevant to a given topic efficiently. (3-PS2-d)

RI.3.10 By the end of the year, read and comprehend informational texts, including history/social studies, science, and technical texts, at the high end of the grades 2–3 text. (3-PS2-b) (3-PS2-a),(3-PS2-c)

W.3.7 Conduct short research projects that build knowledge about a topic. (3-PS2-b),(3-PS2-a),(3-PS2-c)

SL.3.1 Engage effectively in a range of collaborative discussions (one-on-one, in groups, and teacher-led) with diverse partners on grade 3 topics and texts, building on others' ideas and expressing their own clearly. (3-PS2-b),(3-PS2-a),(3-PS2-c)

Mathematics –

MP.1 Make sense of problems and persevere in solving them. (3-PS2-d)

MP.3 Construct viable arguments and critique the reasoning of others. (3-PS2-a)

MP.7 Look for and make use of structure. (3-PS2-b)

3.MD.2 Measure and estimate liquid volumes and masses of objects using standard units of grams (g), kilograms (kg), and liters (l). Add, subtract, multiply, or divide to solve one-step word problems involving masses or volumes that are given in the same units, e.g., by using drawings (such as a beaker with a measurement scale) to represent the problem. *(3-PS2-b),(3-PS2-a)*

الممارسات العلمية والهندسية

الأفكار المحورية التخصصية

المفاهيم المتداخلة الشاملة

الروابط مع الهندسة والتقنية وتطبيقات العلوم

تم استنباط هذه الروابط من الأفكار المحورية التخصصية.

الربط مع طبيعة العلم

رموز توقعات الأداء

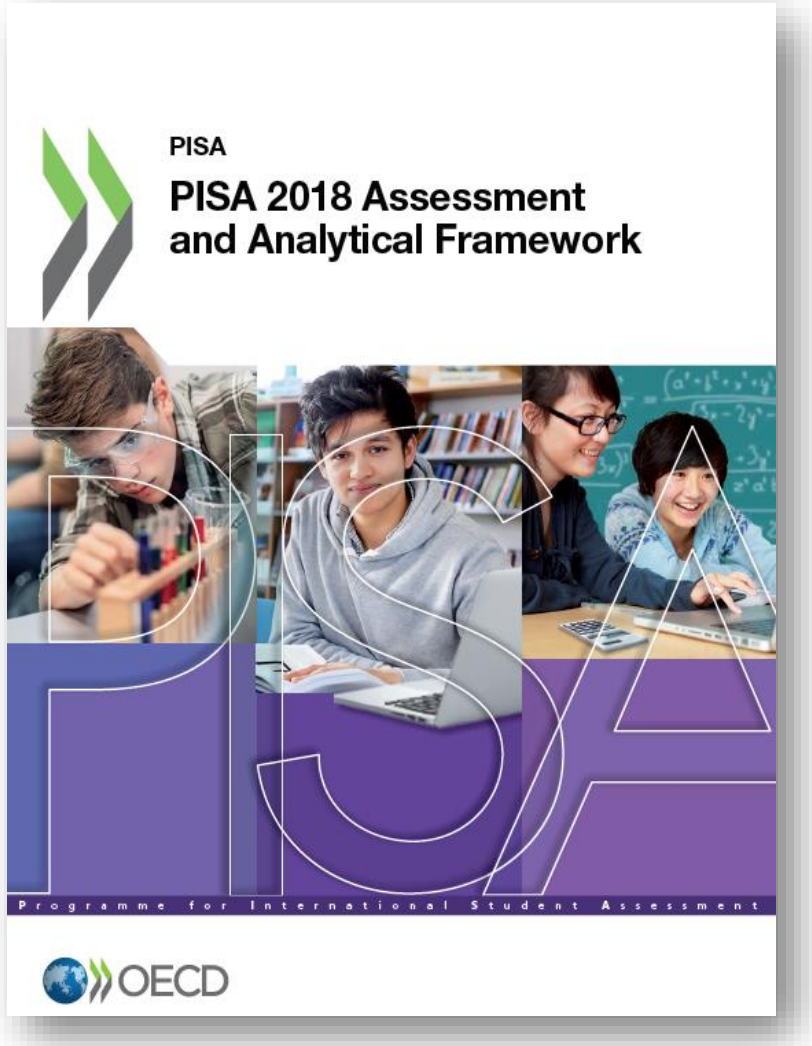
يتم الإشارة لتوقعات الأداء ذات العلاقة، استخدام الخط المائل إشارة إلى أن العلاقة محتملة وليست متطلبة.

Based on the January 2013 Draft of NGSS

(as cited in Willard, 2013)

دور الممارسات في الثقافة العملية

الثقافة العلمية (Scientific Literacy)
محور التركيز الرئيس للتقييم في مجال العلوم.



(OECD, 2019)

دور الممارسات في الثقافة العملية

Figure 4.1. Inter-relations between the three aspects

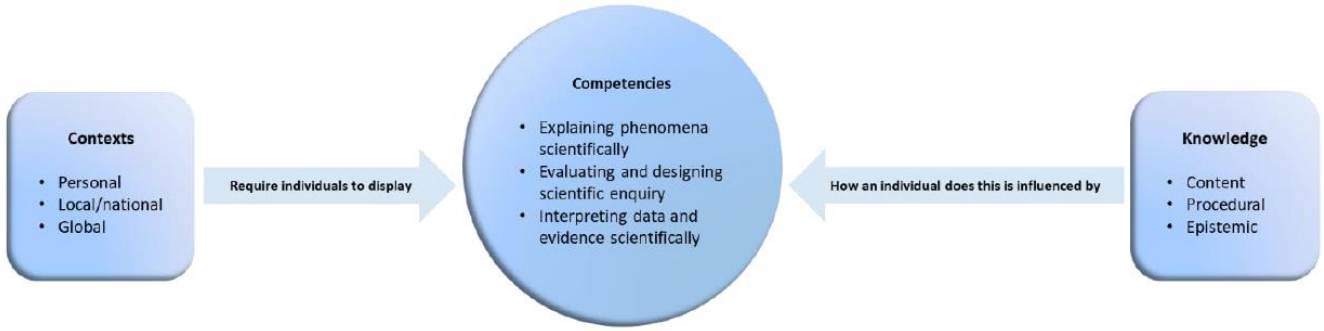


Table 4.1. Aspects of the scientific literacy assessment framework for PISA 2015/2018

Contexts	Personal, local/national and global issues, both current and historical, which demand some understanding of science and technology.
Knowledge	An understanding of the major facts, concepts and explanatory theories that form the basis of scientific knowledge. Such knowledge includes knowledge of both the natural world and technological artefacts (**content knowledge**), knowledge of how such ideas are produced (**procedural knowledge**), and an understanding of the underlying rationale for these procedures and the justification for their use (**epistemic knowledge**).
Competencies	The ability to explain phenomena scientifically, evaluate and design scientific enquiry, and interpret data and evidence scientifically.

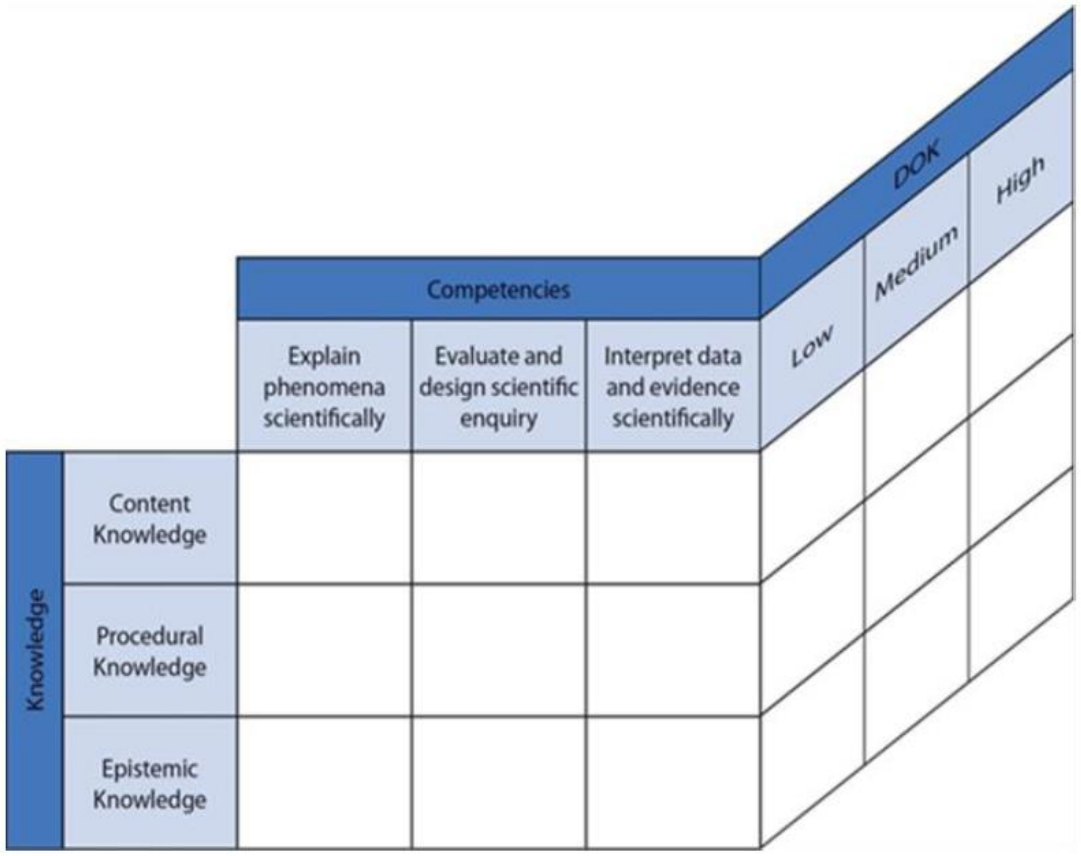
قدم إطار بيزا تعريفًا إجرائيًا للثقافة العلمية يتكون من ثلاثة جوانب مترابطة، هي:

- **السياقات**: القضايا الشخصية والمحلية والعالمية، المعاصرة والتاريخية.
- **المعرفة**: معرفة المحتوى (Content Knowledge)، والمعرفة الإجرائية (Procedural Knowledge)، والمعرفة الإبستمولوجية (Epistemic Knowledge).
- **الكفايات**: القدرة على التفسير العلمي للظواهر، تقييم وتصميم الاستقصاء العلمي، التفسير العلمي للبيانات والأدلة.

(OECD, 2019, PP.102-103)

دور الممارسات في الثقافة العملية

Figure 4.2. PISA 2015/2018 framework for cognitive demand



(OECD, 2019, P. 110)

دور الممارسات في الثقافة العملية

وصف مستويات الكفاءة في العلوم

Table 4.11. Summary description of the seven levels of proficiency in science in PISA 2015

Level	Characteristics of tasks
6	At Level 6, students can draw on a range of interrelated scientific ideas and concepts from the physical, life and earth and space sciences and use content, procedural and epistemic knowledge in order to offer explanatory hypotheses of novel scientific phenomena, events and processes or to make predictions. In interpreting data and evidence, they are able to discriminate between relevant and irrelevant information and can draw on knowledge external to the normal school curriculum. They can distinguish between arguments that are based on scientific evidence and theory and those based on other considerations. Level 6 students can evaluate competing designs of complex experiments, field studies or simulations and justify their choices.
5	At Level 5, students can use abstract scientific ideas or concepts to explain unfamiliar and more complex phenomena, events and processes involving multiple causal links. They are able to apply more sophisticated epistemic knowledge to evaluate alternative experimental designs and justify their choices and use theoretical knowledge to interpret information or make predictions. Level 5 students can evaluate ways of exploring a given question scientifically and identify limitations in interpretations of data sets including sources and the effects of uncertainty in scientific data.
4	At Level 4, students can use more complex or more abstract content knowledge, which is either provided or recalled, to construct explanations of more complex or less familiar events and processes. They can conduct experiments involving two or more independent variables in a constrained context. They are able to justify an experimental design, drawing on elements of procedural and epistemic knowledge. Level 4 students can interpret data drawn from a moderately complex data set or less familiar context, draw appropriate conclusions that go beyond the data and provide justifications for their choices.
3	At Level 3, students can draw upon moderately complex content knowledge to identify or construct explanations of familiar phenomena. In less familiar or more complex situations, they can construct explanations with relevant cueing or support. They can draw on elements of procedural or epistemic knowledge to carry out a simple experiment in a constrained context. Level 3 students are able to distinguish between scientific and non-scientific issues and identify the evidence supporting a scientific claim.
2	At Level 2, students are able to draw on everyday content knowledge and basic procedural knowledge to identify an appropriate scientific explanation, interpret data, and identify the question being addressed in a simple experimental design. They can use basic or everyday scientific knowledge to identify a valid conclusion from a simple data set. Level 2 students demonstrate basic epistemic knowledge by being able to identify questions that can be investigated scientifically.
1a	At Level 1a, students are able to use basic or everyday content and procedural knowledge to recognise or identify explanations of simple scientific phenomenon. With support, they can undertake structured scientific enquiries with no more than two variables. They are able to identify simple causal or correlational relationships and interpret graphical and visual data that require a low level of cognitive demand. Level 1a students can select the best scientific explanation for given data in familiar personal, local and global contexts.
1b	At Level 1b, students can use basic or everyday scientific knowledge to recognise aspects of familiar or simple phenomenon. They are able to identify simple patterns in data, recognise basic scientific terms and follow explicit instructions to carry out a scientific procedure.

في المستوى 1ب: يمكن للطلبة استخدام المعرفة العلمية الأساسية أو اليومية للتعرف على جوانب الظواهر المألوفة أو البسيطة.
لديهم القدرة على تحديد الأنماط البسيطة في البيانات، والتعرف على المصطلحات العلمية الأساسية، واتباع الإرشادات الصريحة لتنفيذ إجراء علمي.

(OECD, 2019, P. 115)

دور الممارسات في الثقافة العملية

في المستوى السادس: يمكن للطلبة الاعتماد على مجموعة من الأفكار والمفاهيم العلمية المترابطة من علوم الفيزياء والحياة والأرض والفضاء، واستخدام معرفة المحتوى والمعرفة الإجرائية و المعرفة الإبستمولوجية من أجل تقديم فرضيات تفسيرية، أو تنبؤات لظواهر وأحداث وعمليات علمية جديدة.

وعند تفسير البيانات والأدلة، تكون لديهم القدرة على التمييز بين المعلومات ذات الصلة وغير ذات الصلة، كما يمكنهم الاعتماد على المعرفة من خارج المناهج الدراسية العادية.

يمكنهم التمييز بين الحجج التي تستند إلى الأدلة والنظريات العلمية، وتلك القائمة على اعتبارات أخرى.

يمكنهم تقويم التصاميم المتنافسة للتجارب المعقدة، أو الدراسات الميدانية، أو المحاكاة، وتبرير اختياراتهم.

Table 4.11. Summary description of the seven levels of proficiency in science in PISA 2015

Level	Characteristics of tasks
6	At Level 6, students can draw on a range of interrelated scientific ideas and concepts from the physical, life and earth and space sciences and use content, procedural and epistemic knowledge in order to offer explanatory hypotheses of novel scientific phenomena, events and processes or to make predictions. In interpreting data and evidence, they are able to discriminate between relevant and irrelevant information and can draw on knowledge external to the normal school curriculum. They can distinguish between arguments that are based on scientific evidence and theory and those based on other considerations. Level 6 students can evaluate competing designs of complex experiments, field studies or simulations and justify their choices.
5	At Level 5, students can use abstract scientific ideas or concepts to explain unfamiliar and more complex phenomena, events and processes involving multiple causal links. They are able to apply more sophisticated epistemic knowledge to evaluate alternative experimental designs and justify their choices and use theoretical knowledge to interpret information or make predictions. Level 5 students can evaluate ways of exploring a given question scientifically and identify limitations in interpretations of data sets including sources and the effects of uncertainty in scientific data.
4	At Level 4, students can use more complex or more abstract content knowledge, which is either provided or recalled, to construct explanations of more complex or less familiar events and processes. They can conduct experiments involving two or more independent variables in a constrained context. They are able to justify an experimental design, drawing on elements of procedural and epistemic knowledge. Level 4 students can interpret data drawn from a moderately complex data set or less familiar context, draw appropriate conclusions that go beyond the data and provide justifications for their choices.
3	At Level 3, students can draw upon moderately complex content knowledge to identify or construct explanations of familiar phenomena. In less familiar or more complex situations, they can construct explanations with relevant cueing or support. They can draw on elements of procedural or epistemic knowledge to carry out a simple experiment in a constrained context. Level 3 students are able to distinguish between scientific and non-scientific issues and identify the evidence supporting a scientific claim.
2	At Level 2, students are able to draw on everyday content knowledge and basic procedural knowledge to identify an appropriate scientific explanation, interpret data, and identify the question being addressed in a simple experimental design. They can use basic or everyday scientific knowledge to identify a valid conclusion from a simple data set. Level 2 students demonstrate basic epistemic knowledge by being able to identify questions that can be investigated scientifically.
1a	At Level 1a, students are able to use basic or everyday content and procedural knowledge to recognise or identify explanations of simple scientific phenomenon. With support, they can undertake structured scientific enquiries with no more than two variables. They are able to identify simple causal or correlational relationships and interpret graphical and visual data that require a low level of cognitive demand. Level 1a students can select the best scientific explanation for given data in familiar personal, local and global contexts.
1b	At Level 1b, students can use basic or everyday scientific knowledge to recognise aspects of familiar or simple phenomenon. They are able to identify simple patterns in data, recognise basic scientific terms and follow explicit instructions to carry out a scientific procedure.

وصف مستويات الكفاءة في العلوم

(OECD, 2019, P. 115)

المدخل القائم على الممارسة في تعليم العلوم

توجه عالمي

اهتمام بحثي

تطوير الجيل التالي لمعايير العلوم

هدفين رئيسيين لتعليم العلوم

رؤية لتعليم العلوم والهندسة

بنية الإطار

الممارسات العلمية والهندسية

أدوار المعلم والطالب

التحول للممارسة

The Practice Turn

تعليم العلوم: إصلاحات مستمرة

لماذا التحول عن المدخل القائم على الاستقصاء؟

رؤية العلم كنشاط قائم على الممارسة

كيف سيسهم المدخل القائم على الممارسة في تحسين تعليم العلوم؟

دور الممارسات في الثقافة العملية

المراجع

Berland, L., Schwarz, C., Krist, C., Kenyon, L., Lo, A., & Reiser, B. (2015). Epistemologies in Practice: Making Scientific Practices Meaningful for Students. Journal of Research in Science Teaching, 53(7), 1082-1112. doi: 10.1002/tea.21257

Bybee, R. (1995). Science curriculum reform in the United States. In R. Bybee, J. McInerney. (Eds.), *Redesigning the science curriculum: Report on the Implications of Standards and Benchmarks for Science Education* (pp. 12–20). Colorado Springs, CO: Biological Sciences Curriculum Study.

Bybee, R. (2011). Scientific and Engineering Practices in K-12 Classrooms: Understanding A Framework for K-12 Science Education. *The Science Teacher, 78*(9), 34-40.

Covitt, B., Dauer, J., Anderson, C. (2017). The Role of Practices in Scientific Literacy. In: C. Schwarz, C. Passmore, & B. Reiser. (Eds.), *Helping Students Make Sense of The World Using Next Generation Science and Engineering Practices*. (pp. 59-83). NSTA Press.

Ford, M. (2015). Educational Implications of Choosing "Practice "to Describe Science in the Next Generation Science Standards. *Science Education, 99*(6), 1041-1048. doi: 10.1002/sce.21188

NASA/JPL Edu. 2021. *Educator Guide: Moon Phases | NASA/JPL Edu*. [online] Available at: <https://www.jpl.nasa.gov/edu/teach/activity/moon-phases/> [Accessed 27 March 2021].

National Research Council [NRC]. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas. Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards*. The National Academies Press.

NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards for States, By States*. Washington, DC: The National Academies Press.

OECD. (2019). *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*. OECD Publishing.

Osborne, J. (2014). Teaching Scientific Practices: Meeting the Challenge of Change. *Journal Of Science Teacher Education, 25* (2), 177-196. doi: 10.1007/s10972-014-9384-1.

Osborne, J., Quinn, H. (2017). The Framework, the NGSS, and the Practices of Science. In: C. Schwarz, C. Passmore, & B. Reiser. (Eds.), *Helping Students Make Sense of The World Using Next Generation Science and Engineering Practices*. (pp. 23-31). NSTA Press.

Schwarz, C., Passmore, C., & Reiser, B. (2017). Moving Beyond “Knowing About” Science to Making Sense of The World. In: C. Schwarz, C. Passmore, & B. Reiser. (Eds.), *Helping Students Make Sense of The World Using Next Generation Science and Engineering Practices*. (pp. 3-21). NSTA Press.

Willard, T. (2013). A look at the Next Generation Science Standards. *The Science Teacher, 80*(3), 36-37.

شكرًا لحسن استماعكم.،