



เมื่อสิ่งที่เห็น ไม่ใช่สิ่งที่เห็น (การสะท้อนของแสงและการเกิดภาพจากการสะท้อน)

- กราฟคู่อันดับกับโทรศัพท์ SMART PHONE
- กิจกรรม ชาร์จแบตเตอรี่ด้วยพลังงานสะอาด
- แชรไม่ชาร์จ อาจถูกปรับหรือทั้งจำทั้งปรับได้



ISSN 0857-2801



0 09 77085 72803 0

ราคา 50 บาท

2

IPST MAGAZINE
ปีที่ 43 ฉบับที่ 196 กันยายน - ตุลาคม 2558



สารบัญ

รอบรู้วิทย์

- 3 เมื่อสิ่งที่เห็น ไม่ใช่สิ่งที่เป็น (การสะท้อนของแสงและการเกิดภาพจากการสะท้อน)
- 8 กิจกรรม ชาร์จแบตเตอรี่ด้วยพลังงานสะอาด
- 14 จุลชีววิทยาสำหรับนักเรียน
- 18 จุดประกายความคิด...กับนักบินอวกาศองค์การนาซ่า

รอบรู้คณิต

- 21 การสร้างรูปเรขาคณิตสามมิติด้วยโปรแกรม GeoGebra
- 25 การใช้คำถามในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ 5 ขั้นตอน (5E Model of Instruction)
- 31 แนะนำตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ผ่านงานศิลปะสู่ैया
- 34 กราฟคู่อันดับกับโทรศัพท์ SMART PHONE

รอบรู้เทคโนโลยี

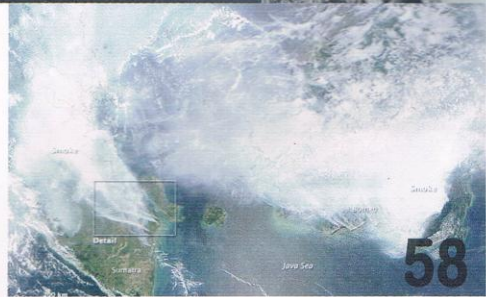
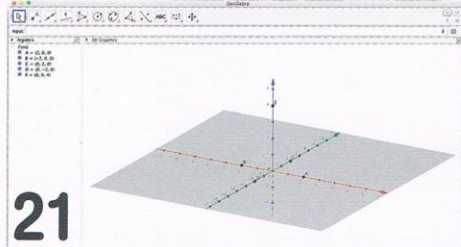
- 39 Cloud Color ทำไมบางครั้งเราไม่เห็นเมฆ.. บางครั้งเห็นเป็นสีขาว..บางครั้งสีเทาดำ

การเรียนรู้กระตุ้นความคิด

- 43 แอร์ไม่ซัวร์ อาจถูกปรับหรือทั้งจำทั้งปรับได้

นานาสาระและข่าวสาร

- 46 Clyde Tombaugh กับการพบพลูโต
- 50 ค่ายต้นกล้าวิทยุคณิตการบินไทยครั้งที่ 4 เต็มพลังคิดเสริมการเรียนรู้คณิตให้เยาวชนไทย...
- 53 เว็บช่วยสอน
- 54 10 ปีที่ผ่านมา...เทศกาลภาพยนตร์วิทยาศาสตร์เพื่อการเรียนรู้ ความสำเร็จความบันเทิง
- 56 ข่าว สสวท.
- 58 Quiz



นิตยสาร สสวท.

การใช้คำถามในการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์แบบ 5 ขั้นตอน (5E Model of Instruction)



คุณครูท่านใดเคยใช้คำถามนำเข้าสู่บทเรียนลักษณะนี้บ้าง

- ครู : นักเรียนครับ น้องของพ่อเรียกว่าอะไร
- นักเรียน : อา ค่ะ
- ครู : แล้วในทางคณิตศาสตร์เมื่อบวก ลบ คูณ แล้วจะต้องมีอะไรอีก
- นักเรียน : ทหาร ค่ะ
- ครู : วันนี้เราจะเรียนเรื่องอาหารกันนะ

ตัวอย่างของการนำเข้าสู่บทเรียนดังกล่าว หลายท่านอาจเคยได้ยินได้ฟังมาบ้าง แต่เชื่อหรือไม่ว่ายังคงมีการใช้คำถามลักษณะนี้เพื่อนำเข้าสู่บทเรียนในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของไทยในปัจจุบัน

คำถามของครูนั้นสำคัญมากในการช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงและเรียนรู้ในทัศนวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ คำถามที่มีประสิทธิภาพ เช่น คำถามที่สามารถตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับแนวคิดใหม่ ๆ และคำถามที่กระตุ้นให้เกิดความคิดที่ลึกซึ้งมากขึ้น มักไม่ค่อยพบในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ เนื่องจากครูวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มักใช้คำถามระดับต่ำ เช่น คำถามแบบให้เติมคำในช่องว่าง คำถามแบบกะทันหัน ไม่ทันตั้งตัว ซึ่งจะถามโดยการเน้นย้ำให้ได้คำตอบที่ถูกมากกว่าที่จะถามเพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจในโมโนทัศน์นั้น ๆ



การถามคำถามที่ถูกต้องเป็นหัวใจสำคัญของวิทยาศาสตร์ เช่นเดียวกับหัวใจสำคัญของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) ครูวิทยาศาสตร์ที่สอนด้วยวิธีสืบเสาะมักถามคำถามที่มุ่งเน้นไปยังการตรวจสอบหาความจริง การตรวจสอบความรู้เดิม และการกระตุ้นให้เกิดการแสดงออกทางความคิด เปลี่ยนจุดเน้นจากการสังเกตเป็นการสร้างคำอธิบาย ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ และพัฒนาความเข้าใจของผู้เรียน



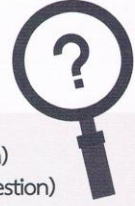
การใช้คำถาม: เครื่องมือจำเป็นสำหรับครูวิทยาศาสตร์

คำถามเป็นเครื่องมือจำเป็นสำหรับครูวิทยาศาสตร์ ครูวิทยาศาสตร์ใช้คำถามในหลายจุดประสงค์ เช่น เพื่อจัดการชั้นเรียน เพื่อลดความเพิกเฉยและเฉื่อยชาของนักเรียน ลดพฤติกรรมที่ดูสับสนวุ่นวาย เพื่อเริ่มต้นการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อแนะนำนักเรียนในการจัดระบบข้อมูล และเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดงแนวคิดหรือความรู้ที่มีผู้อื่นได้รับรู้

คำถามของครูเป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวางว่ามีส่วนสำคัญมากในการช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงและเรียนรู้ มีโนทัศน์ที่สำคัญทางวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตาม ผลจากการที่นักวิจัยได้สังเกตพฤติกรรม การถามคำถามของครูในห้องเรียน พบว่า มักไม่เกิดการถามคำถามที่มีประสิทธิภาพ ครูต้องเรียนรู้ลำดับขั้นตอนของการถามและถามอย่างมีลำดับขั้นตอน (Weiss and Pasley, 2004)

การถามอย่างมีลำดับขั้นตอนจะเกี่ยวข้องกับการเลือกและการใช้ชนิดของคำถามที่เฉพาะเจาะจงและถามได้เหมาะสมกับสถานการณ์ การถามคำถามที่เฉพาะเจาะจง เช่น การถามคำถามปลายปิดและคำถามปลายเปิด ซึ่งการถามคำถามที่เฉพาะเจาะจงเปรียบได้กับเครื่องมือที่ช่างไม้ใช้ เครื่องมือช่าง แต่ละชนิดจะมีหน้าที่เฉพาะอย่าง ช่างไม้ใช้เครื่องมือที่หลากหลายในการตอกตะปู ตัดแผ่นกระดาน หรือตัดไม้ออกเป็นท่อน ๆ ช่างไม้มีออสพิทจะวางแผ่นลวดหน้าโดยการจัดเก็บเครื่องมือไว้ในกล่องเครื่องมืออย่างเป็นระเบียบและเลือกเครื่องมือแต่ละอย่างมาใช้อย่างมีระบบด้วยความชำนาญ เช่นเดียวกับครูมีออสพิทที่จำเป็นต้องมีคำถามที่เฉพาะสำหรับงานด้านการศึกษาแต่ละอย่าง เช่น การกำหนดระดับขั้นของการคิดในการสืบเสาะหาความรู้ การกระตุ้นให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในชั้นเรียน การกระตุ้นการคิดอย่างลึกซึ้ง และการสร้างคำอธิบายอย่างมีความหมายเพื่อเชื่อมโยงหลักฐานจากการสำรวจตรวจสอบ กับสิ่งที่มีความรู้เดิมของนักเรียน ครูกับช่างไม้จึงมีความคล้ายคลึงกันเนื่องจากต้องรู้ว่าควรจะใช้เครื่องมือชนิดใด เวลาใด และใช้อย่างไร

นิตยสาร สสอน.



คำถามปลายปิด (Close – ended Question)

และ คำถามปลายเปิด (Open – ended Question)

เครื่องมือที่สำคัญอย่างหนึ่งในกล่องคำถาม คือ ทักษะที่ทำให้รู้เวลาใดที่ควรจะถามคำถามปลายปิด และเวลาใดที่ควรจะถามคำถามปลายเปิด ตลอดจนควรถามอย่างไร คำถามทั้งสองประเภทนี้มีส่วนสำคัญในการประเมินความรู้เดิมและส่งเสริมการเรียนรู้ใหม่ แต่ใช้ในแนวทางที่แตกต่างกัน คำถามปลายปิดมีคำตอบที่ถูกเพียงคำตอบเดียวในขณะที่คำถามปลายเปิดมีคำตอบถูกได้หลากหลาย

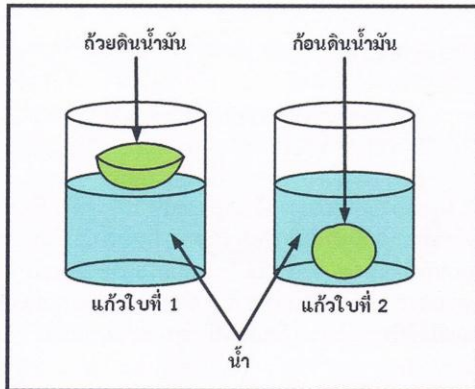
คำถามปลายปิดต้องการให้นักเรียนคิดแบบ convergent หมายความว่า ต้องใช้ข้อมูลจากหลายแหล่งเพื่อหาคำตอบที่ถูกต้องหรือเพื่อแก้ปัญหา เช่น การมุ่งเน้นไปที่ความจริงเดียว หรือการให้นิยามที่เฉพาะเจาะจงของคำตอบคำถามปลายปิดของนักเรียนจะช่วยประเมินความรู้ความจำของพวกเขาได้ซึ่งช่วยให้ครูสามารถปรับการสอนให้สอดคล้องกับนักเรียนได้

ในทางตรงข้าม คำถามปลายเปิดจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมีการอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ คำถามปลายเปิดต้องการให้นักเรียนมีสัดส่วนของโครงสร้างทางปัญญาที่กว้างหรือให้คิดแบบ divergent หมายความว่าให้คิดกว้างตามลำดับของความเป็นไปได้

ในห้องเรียนตามปกติเกือบจะทุกวิชา คำถามส่วนใหญ่ของครูจะเป็นคำถามปลายปิดที่ถามข้อเท็จจริง หรือถามเพื่อให้นักเรียนคิดแบบ convergent มีงานวิจัยพบว่าเปอร์เซ็นต์ของการถามคำถามปลายเปิดที่เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยจะเพิ่มการคิดแบบ divergent ซึ่งนักเรียนส่วนมากจะตอบด้วยการคิดไตร่ตรองมากขึ้น และแสดงออกซึ่งการคิดระดับสูง นอกจากนี้ คำตอบดังกล่าวยังนำไปสู่การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างนักเรียนด้วยกันอีกด้วย (Carin and Sund, 1978)

ตัวอย่างคำถามปลายปิดและปลายเปิดพร้อมจุดประสงค์ในการถามที่จะนำไปสู่ การแลกเปลี่ยนเรียนรู้

ครูคนหนึ่งสาธิตการทดลองให้นักเรียนดูด้วยการปั้นดินน้ำมันชนิดเดียวกันและมวลเท่ากัน จำนวน 2 ก้อน เป็นรูปทรงต่างกัน โดยก้อนที่ 1 บ้นเป็นรูปถ้วย และก้อนที่ 2 บ้นเป็นก้อนกลม จากนั้นนำไปวางบนผิวน้ำในแก้วใบที่ 1 และใบที่ 2 ตามลำดับ ได้ผลดังภาพ



จากการทดลองครูสามารถถามคำถามปลายปิดและปลายเปิดได้ดังนี้

คำถามปลายปิด	จุดประสงค์ในการถาม
1. วัตถุที่อยู่ในแก้วคืออะไร	เพื่อให้สังเกต
2. วัตถุที่อยู่ในแก้วสีอะไร	เพื่อให้สังเกต
3. นักเรียนเคยเห็นวัตถุที่อยู่ในแก้วมาก่อนหรือไม่	เพื่อระลึกความจำ

คำถามปลายเปิด	จุดประสงค์ในการถาม
1. นักเรียนสังเกตเห็นอะไรในแก้วบ้าง	เพื่อให้สังเกต
2. แก้ว 2 ใบ นี้เหมือนหรือต่างกันอย่างไร	เพื่อให้เปรียบเทียบ
3. เพราะเหตุใดจึงขึ้นดินน้ำมันเป็นรูปทรงแตกต่างกัน	เพื่อให้กำหนดปัญหา
4. มีหลักการทางวิทยาศาสตร์ใดเกี่ยวข้องบ้าง	เพื่อให้อธิบาย
5. นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดดินน้ำมันในแก้วใบที่ 1 จึงลอยได้ ทั้ง ๆ ที่ปกติดินน้ำมันจะจมน้ำ	เพื่อให้อธิบาย

คำถามที่จะนำไปสู่การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในการจัดการเรียนรู้แบบ 5 ขั้นตอน (5E Model of Instruction)

การจัดการเรียนรู้แบบ 5 ขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วย ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นสร้างคำอธิบาย (Explanation) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และ ขั้นประเมินการเรียนรู้ (Evaluation) นั้น แต่ละขั้นก็จะมีคำถามเข้าไปเกี่ยวข้อง สำหรับจุดประสงค์ของการใช้คำถามในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้แบบ 5 ขั้นตอน มีดังต่อไปนี้

- ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)** ใช้คำถามเพื่อจุดประสงค์ ดังนี้
 - กระตุ้นและสร้างแรงจูงใจในการเรียนเนื้อหาที่ครูกำลังจะสอน
 - ตรวจสอบความรู้เดิม (Prior Knowledge) ของนักเรียน
 - เริ่มต้นการสืบเสาะหาความรู้
- ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)** ใช้คำถามเพื่อจุดประสงค์ ดังนี้
 - ให้นักเรียนสังเกต ทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูล
 - ให้นักเรียนมีการแสดงข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวม
 - ให้นักเรียนเชื่อมโยงข้อมูลและเลือกรูปแบบการนำเสนอข้อมูล
- ขั้นสร้างคำอธิบาย (Explanation)** ใช้คำถามเพื่อจุดประสงค์ ดังนี้
 - ใช้กฎ หลักการ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจากขั้นสำรวจและค้นหา
 - กระตุ้นให้นักเรียนเชื่อมโยงหลักฐานที่เก็บรวบรวมได้กับความรู้เดิม
 - เตรียมนักเรียนให้พร้อมสำหรับความรู้ใหม่ที่กำลังจะได้รับ
 - แนะแนวทางให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ เพื่อให้เกิดการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Construct)
- ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)** ใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนประยุกต์ความรู้ใหม่กับสถานการณ์ใหม่ซึ่งแตกต่างไปจากเดิม
- ขั้นประเมินการเรียนรู้ (Evaluation)** ใช้คำถามเพื่อประเมินนักเรียนด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ รวมทั้งเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนให้ข้อมูลป้อนกลับ เกี่ยวกับการสอนของครู



ตัวอย่างคำถามที่จะนำไปสู่การแลกเปลี่ยนเรียนรู้
ในการจัดการเรียนรู้แบบ 5 ขั้นตอน

ในที่นี้ขอยกตัวอย่างคำถามที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบ 5 ขั้นตอน เรื่อง เราจะมียุวิธีตรวจสอบไขมันได้อย่างไร และ เรื่อง หลอดดูดน้ำทำงานอย่างไร เพื่อเป็นแนวทางสำหรับครู ดังนี้

เราจะมียุวิธีตรวจสอบไขมันได้อย่างไร

วัสดุอุปกรณ์

1. จานกระดาษ
2. น้ำ
3. เนย
4. น้ำมันพืช
5. อาหารว่าง (Snack Food) 5 ชนิด
6. หลอดดูดน้ำน้ำตาล ขนาด 5 cm^2
7. หลอดหยดยา

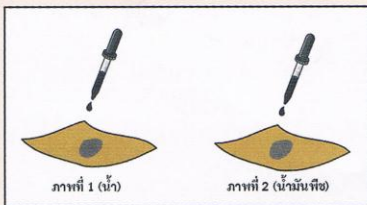
ขั้นสร้างความสนใจ

ครูแสดงอาหารหลากหลายชนิด แล้วถามคำถามดังนี้

1. ในอาหารเหล่านี้มีไขมันเป็นส่วนประกอบหรือไม่
2. อาหารชนิดใดบ้างที่มีไขมันเป็นส่วนประกอบ
3. ถ้าในอาหารเหล่านี้มีไขมันเป็นส่วนประกอบ เราจะมียุวิธีตรวจสอบได้อย่างไรว่าสารนั้นคือไขมัน

ขั้นสำรวจและค้นหา

1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองดังนี้
 - 1.1 หยดน้ำหลาย ๆ หยดลงบนกระดาษสีน้ำตาล ดังภาพที่ 1 และหยดน้ำมันพืชลงบนกระดาษสีน้ำตาลอีกแผ่นหนึ่ง ดังภาพที่ 2



1.2 ใช้นิ้วมือบู้ก้อนเนย

2. ครูถามนักเรียน ดังนี้
 - 2.1 เมื่อใช้นิ้วบู้ก้อนเนยแล้วรู้สึกอย่างไร
 - 2.2 คราบของหยดน้ำให้ความรู้สึกอย่างไร และคราบของหยดน้ำมันให้ความรู้สึกอย่างไร
3. ครูถามนักเรียนว่า จะเกิดอะไรขึ้นเมื่อทิ้งคราบทั้งสองไว้เป็นเวลา 10 นาที
4. เมื่อเวลาผ่านไป 10 นาที ครูให้นักเรียนตรวจสอบคราบบนกระดาษแต่ละแผ่น

ปิตยสาร สสวท.

ขั้นสร้างคำอธิบาย

1. ครูถามคำถาม ดังนี้
 1. เกิดอะไรขึ้นกับคราบบนกระดาษแต่ละแผ่น
 2. คราบน้ำหายไปไหน
 3. เราจะมียุวิธีตรวจสอบน้ำมันอย่างไร
2. ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า เมื่อเวลาผ่านไป 10 นาที แล้วเราส่องกระดาษที่หยดน้ำกับกระดาษที่หยดน้ำมันผ่านแสงแดดหรือแสงไฟ จะเห็นได้ว่าน้ำมันกระดาษระเหยไปจึงไม่เหลือคราบน้ำ ในขณะที่คราบน้ำมันยังคงอยู่บนกระดาษ ซึ่งเราจะใช้ปรากฏการณ์ดังกล่าวนี้ในการทดสอบไขมัน

ขั้นขยายความรู้

1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตรวจสอบไขมันในอาหารว่างที่แต่ละกลุ่มเตรียมมา โดยปฏิบัติดังนี้
 - 1.1 ตัดกระดาษสีน้ำตาลให้มีขนาด 5 cm^2 จำนวน 5 แผ่น ตามจำนวนชนิดของอาหารว่างที่เตรียมมา
 - 1.2 ทำเครื่องหมาย X ลงในช่อง “คาดว่ามีไขมัน” ของแบบบันทึกผลการตรวจสอบไขมันสำหรับอาหารว่างที่นักเรียนคิดว่ามีไขมันเป็นส่วนประกอบ

แบบบันทึกการตรวจสอบไขมัน

อาหารว่าง	คาดว่ามีไขมัน	มีไขมัน
ชนิดที่ 1		
ชนิดที่ 2		
ชนิดที่ 3		
ชนิดที่ 4		
ชนิดที่ 5		

- 1.3 ถูอาหารว่างแต่ละชนิดกับกระดาษสีน้ำตาลที่เตรียมไว้ ชนิดละแผ่น พร้อมเขียนชื่ออาหารว่างแต่ละชนิดกำกับไว้บนกระดาษด้วย
- 1.4 เมื่อเวลาผ่านไป 10 นาที ให้อุณหภูมิกระดาษแต่ละแผ่นที่มีคราบของอาหารว่างขึ้นส่องกับแสงแดดหรือแสงไฟ
- 1.5 ทำเครื่องหมาย X ลงในช่อง “มีไขมัน” ของแบบบันทึกผลการตรวจสอบไขมันสำหรับอาหารว่างที่เมื่อส่องคราบที่ติดบนกระดาษผ่านแสงแดดหรือแสงไฟแล้วโปร่งแสง
2. ครูถามคำถาม ดังนี้
 - 2.1 ผลการตรวจสอบไขมันเมื่อเทียบกับการคาดการณ์ล่วงหน้าเป็นอย่างไร
 - 2.2 นักเรียนจะสรุปผลได้อย่างไรว่าอาหารว่างชนิดใดบ้างมีไขมันเป็นส่วนประกอบ

3. ครูให้นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับความสำคัญของการอ่านข้อมูลโภชนาการบนฉลากอาหารและการเลือกบริโภคอาหารที่มีไขมันต่ำ โดยใช้คำถามดังนี้

1. การรับประทานอาหารที่มีไขมันต่ำดีต่อสุขภาพอย่างไร
2. ถ้าเราต้องจัดงานเลี้ยง เราจะจัดรายการอาหารไขมันต่ำอะไรบ้างสำหรับงานเลี้ยง

ขั้นประเมินการเรียนรู้

ครูตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับการตรวจสอบไขมันในอาหาร โดยกำหนดสถานการณ์และคำถามให้นักเรียนตอบด้วยการเขียนคำตอบลงในกระดาษ ดังนี้

ถ้ามีคนซื้ออาหารชนิดหนึ่งมาฝากนักเรียน ซึ่งนักเรียนไม่เคยรู้จักหรือไม่เคยรับประทานอาหารนั้นมาก่อน ก่อนที่จะรับประทาน หากนักเรียนต้องการทราบว่าในอาหารนั้นมีไขมันเป็นส่วนประกอบหรือไม่ นักเรียนจะอย่างไร

หลอดดูดน้ำทำงานอย่างไร

วัสดุอุปกรณ์

1. แก้วใสที่มีน้ำอยู่ครึ่งแก้ว
2. หลอดดูดน้ำชนิดใส



ขั้นสร้างความสนใจ

ครูถามคำถามนักเรียนดังนี้

คำถาม: นักเรียนจะต้องทำอย่างไร จึงจะดูดน้ำด้วยหลอดได้

ขั้นสำรวจและค้นหา

1. ครูให้นักเรียนจับคู่กัน โดยให้นักเรียนคนหนึ่งดูดน้ำในแก้วแล้วให้นักเรียนอีกคนหนึ่งสังเกตเพื่อนขณะดูดน้ำ จากนั้นให้สลับกันดูดน้ำและสังเกต
2. ครูถามคำถามดังนี้
 1. นักเรียนเห็นการเปลี่ยนแปลงอะไรเกิดขึ้นกับเพื่อนขณะที่เพื่อนกำลังดูดน้ำ
 2. นักเรียนจะต้องทำอะไรบ้างเพื่อให้น้ำขึ้นมาตามหลอดและเข้าไปในปาก

ขั้นสร้างคำอธิบาย

1. ครูถามคำถาม ดังนี้

นักเรียนคิดว่าทำไมน้ำจึงขึ้นมาตามหลอดได้ (นักเรียนอาจตอบว่า เพราะน้ำถูกดูดเข้ามาในหลอด ซึ่งเป็นโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (misconception) เนื่องจากของเหลวไม่สามารถถูกดึงเข้ามาในหลอดโดยการดูดได้)

2. ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า เมื่อเราดูดอากาศจากหลอด ความดันอากาศในหลอดจะลดลง อากาศภายนอกหลอดซึ่งมีความดันอากาศมากกว่าภายในหลอดจึงดันน้ำให้เข้าไปในหลอด

ขั้นขยายความรู้

ครูถามคำถามดังนี้

1. นักเรียนจะอย่างไรให้น้ำเข้าไปในหลอดหดยาได้ (จุ่มปลายหลอดหดยาลงในน้ำ บีบจุกยางแล้วปล่อย จากนั้นน้ำก็จะเข้ามาในหลอดหดยา)

2. หลักการทำงานของหลอดหดยาเหมือนกับหลอดดูดน้ำหรือไม่ อย่างไร

(เหมือนกัน กล่าวคือ เมื่อความดันอากาศภายในหลอดลดลง อากาศภายนอกหลอดซึ่งมีความดันอากาศมากกว่าก็จะดันของเหลวเข้าไปในหลอด)

ขั้นประเมินการเรียนรู้

ครูนำแก้วใส่น้ำพร้อมหลอดดูดน้ำที่ถูกเจาะรูด้านข้างหลอด โดยรูตั้งกล่าวอยู่เหนือระดับน้ำ มาแสดงให้นักเรียนดู และให้นักเรียนที่เป็นอาสาสมัครดูดน้ำจากหลอด จากนั้นครูถามคำถามนักเรียนที่เป็นอาสาสมัครดังนี้

1. นักเรียนสังเกตอะไรได้จากการดูดน้ำ (แนวคำตอบ : ดูดน้ำให้ขึ้นมาในหลอดไม่ได้เหมือนกับทุก ๆ ครั้ง)

2. นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น (แนวคำตอบ : เพราะขณะที่เราดูดน้ำ รูที่ด้านข้าง หลอดทำให้อากาศเข้าไปในหลอด ความดันอากาศในหลอดจึงไม่ลดลง ดังนั้น น้ำภายนอกหลอดจึงไม่สามารถดันน้ำให้เข้าไปในหลอดเพื่อแทนที่อากาศได้ น้ำจึงขึ้นมาตามหลอดขณะกำลังดูดน้ำไม่ได้)

3. มีหลักฐานอะไรที่สนับสนุนคำตอบข้อ 2 ของนักเรียน (แนวคำตอบ : ก่อนที่หลอดจะถูกเจาะรู สามารถดูดน้ำให้ขึ้นมาตามหลอดได้ แต่เมื่อหลอดถูกเจาะรูกลับดูดน้ำให้ขึ้นมาตามหลอดไม่ได้ แต่ถ้ามีการปิดรูที่รูให้สนิท เช่น ใช้เทปกาวชนิดใสปิดรูไว้ ก็จะสามารถดูดน้ำให้ขึ้นมาตามหลอดและเข้าปากได้)

จากตัวอย่างของการใช้คำถามในการจัดการเรียนรู้แบบ 5 ขั้นตอนทั้งสองเรื่อง จะเห็นได้ว่า คำถามที่ใช้ในแต่ละขั้นนั้นแม้จะมีจุดประสงค์ในการถามแตกต่างกัน แต่คำถามดังกล่าวก็เป็นตัวกระตุ้นการคิด ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากกิจกรรมในแต่ละขั้น อย่างไรก็ตาม นอกจากการเลือกใช้คำถามที่ดีและตรงกับจุดประสงค์แล้ว เทคนิคการใช้คำถามก็เป็นเรื่องสำคัญที่จะช่วยเสริมให้การใช้คำถามเกิดประสิทธิภาพสูงสุด



การรอคอยคำตอบ (Wait time): เทคนิคสำคัญในการใช้คำถาม

เทคนิคที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้คำถามในห้เรียนมีอยู่ด้วยกันหลายเทคนิค หนึ่งในเทคนิคที่ง่ายและมีประสิทธิภาพสูง คือ การรอคอยคำตอบ (Wait time)

การรอคอยคำตอบที่กล่าวถึงนี้นับช่วงเวลาตั้งแต่ครูถามจนกระทั่งครูเรียกชื่อนักเรียนให้ตอบ ตั้งแต่ครูเรียกชื่อนักเรียนให้ตอบจนกระทั่งนักเรียนตอบ และตั้งแต่นักเรียนตอบจนกระทั่งครูพูดคำต่อไป ซึ่งโดยทั่วไปแล้วครูจะให้เวลาตั้งแต่เริ่มถามจนกระทั่งได้คำตอบประมาณ 1 – 2 วินาที ซึ่งอาจเพียงพอสำหรับนักเรียนบางคนแต่สำหรับนักเรียนเรียนอ่อนบางคน การที่ครูให้เวลาในการตอบสั้นนั้น ให้นักเรียนหมดกำลังใจในการตอบ เนื่องจากครูมักคาดหวังว่าจะได้คำตอบที่รวดเร็วจากนักเรียนที่เรียนเก่งมากกว่าคาดหวังคำตอบจากนักเรียนที่เรียนอ่อน ซึ่งการกระทำดังกล่าวส่งผลเสียอย่างร้ายแรงต่อนักเรียนที่เรียนอ่อน ซึ่งแม้จะมีคำตอบอยู่ในใจ แต่ไม่มีโอกาสได้ตอบในสิ่งที่ตัวเองรู้หรือเข้าใจ

ประโยชน์ของการเพิ่มเวลาในการรอคอยคำตอบ จะช่วยทำให้ครูมีเวลาในการคิดทบทวนในสิ่งที่ถามและมีเวลาในการไตร่ตรองคำตอบของนักเรียนด้วย การเพิ่มเวลาในการรอคอยคำตอบต้องปฏิบัติอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า การเพิ่มเวลาในการรอคอยคำตอบเป็นประโยชน์กับทั้งครูและนักเรียน (Rowe, 1986) นอกจากนี้ การหยุดเพื่อรอคอยคำตอบหลังจากถามยังเป็นการปรับปรุงเทคนิคการถามของครูให้ดีขึ้นอีกด้วย (Johnson, 1990)

ปิยสาร สสอ.

การเพิ่มเวลาในการรอคอยคำตอบมีประโยชน์กับนักเรียนดังนี้

1. นักเรียนมีเวลาคิดคำตอบได้นานขึ้นและเป็นการช่วยให้นักเรียนที่เรียนอ่อนมีโอกาส ได้ตอบ
 2. นักเรียนมีการอธิบายคำตอบได้มากขึ้นและมีการคิดไตร่ตรองคำตอบก่อนตอบ
 3. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่สังเกตได้กับการหาข้อสรุปจากเหตุผลที่มีอยู่ (inference)
- สำหรับครูนั้น การเพิ่มเวลาในการรอคอยคำตอบมีประโยชน์ดังนี้

1. จำนวนคำถามของครูมีจะลดลง แต่มีความหลากหลายและมีคุณภาพมากขึ้น
2. คำตอบของคำถามที่ครูต้องการนั้นจะมีความยืดหยุ่นมากขึ้น และสะท้อนให้เห็นถึงความเต็มใจที่จะรับฟังคำตอบที่หลากหลายของนักเรียน
3. ความคาดหวังของครูต่อนักเรียนที่เรียนอ่อนจะเป็นไปในทางที่ดีขึ้น เนื่องจากครู จะรอคอยและรับฟังคำตอบของนักเรียนกลุ่มนี้

การใช้คำถามในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์อาจไม่ใช่เรื่องยากสำหรับครูวิทยาศาสตร์ที่มีประสบการณ์การสอนมาหลายปี แต่หากครูวิทยาศาสตร์รู้ว่าควรใช้คำถามใดในขั้นตอนใดของการจัดการเรียนรู้และรู้เทคนิคการถามก็จะช่วยให้สามารถใช้คำถามได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะส่งผลให้การจัดการเรียนรู้เกิดประสิทธิผลเกิดประโยชน์กับทั้งครูและนักเรียนอันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการศึกษาของประเทศไทยต่อไปในอนาคต

บรรณานุกรม

- Carin A. A., & Sund R.B. (1978). *Creative Questioning and Sensitive Listening Technique: a Self – Guided Approach*. New Jersey: Merrill/Prentice Hall.
- Great Britain. Department for Education and Skills, corp creator. (2004). Strengthening teaching and learning in science through using different pedagogies. Unit 2: Active Questioning. Retrieved May 9, 2015, from https://stemedhub.org/resources/760/download/sec_sc_tch_thru_pedagogy.pdf
- Joel E. B., Terry L. C., & Arthur A. C. (2009). *Teaching science as inquiry*. Boston: Pearson.
- Johnson, D. R. (1990). *Every Minute Counts: Making Your Math Class Work* New Jersey: Dale Seymour Publications.
- Rowe, M. B. (1986). Wait – Time: Slowing Down May Be a Way of Speeding Up. *Journal of Teacher Education*. 37. 43 – 50.
- Weiss, I. R. & Pasley, J. D. (2004). What is High – Quality Instruction?. *Educational Leadership*. 45. 24 – 29.