

การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry)

ดร. กุศลิน มุสิกกุล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

“การสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry)” เป็นคำที่เราคุ้นเคยมานาน แต่การสืบเสาะหาความรู้นี้มีความหมายที่ลึกซึ้งมากกว่าการสังเกตและจดบันทึก มีความหมายมากกว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และมีความหมาย มากกว่าการทำทดลอง การสืบเสาะหาความรู้นอกจากจะต้องใช้หลักการ เหตุผล และข้อมูลที่ได้จากการทดลองแล้วยังต้องใช้จินตนาการ ความสร้างสรรค์ และการลงความเห็นร่วมกัน แม้ว่าคนเพียงคนเดียวสามารถค้นพบเรื่องที่ยิ่งใหญ่ได้แต่ ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ขึ้นอยู่กับคนกลุ่มใหญ่ที่ยอมรับความคิดเห็นนั้นร่วมกัน

การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หมายถึงวิธีการที่หลากหลายที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อศึกษาสิ่งต่างๆ ทางกายภาพในธรรมชาติและเสนอคำอธิบายสิ่งเหล่านั้นด้วยข้อมูลที่ได้จากการทำงานทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ยังหมายถึงกิจกรรมที่นักเรียนได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ศึกษาสิ่งต่างๆ บนโลกนี้ได้อย่างไร (National Research Council, 1996)

การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในห้องเรียน จึงหมายถึงการที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมและกระบวนการคิดที่หลากหลายคล้ายกับที่นักวิทยาศาสตร์ได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเรื่องต่างๆ เพื่อให้ความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่างๆ ทางกายภาพในธรรมชาติ

การสืบเสาะหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์และการสืบเสาะหาความรู้ในห้องเรียน

การสืบเสาะหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์และของนักเรียนมีความคล้ายคลึงกัน

นักวิทยาศาสตร์เริ่มต้นการสืบเสาะหาความรู้จากคำถามที่เกิดจากการสังเกตเห็นสิ่งที่ไม่ปกติหรือสิ่งที่ต้องการรู้แล้วนำประเด็นคำถามนั้นมาพิจารณาอย่างรอบคอบและรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาอธิบายสิ่งที่ต้องการรู้ นอกจากนี้ นักวิทยาศาสตร์ใช้ความรู้เดิมของตนและการสำรวจตรวจสอบของนักวิทยาศาสตร์คนอื่นๆ มาพิจารณาเพื่อยืนยัน ยืนยันคำอธิบายที่ตนค้นพบก่อนนำเสนอ สำหรับการสืบเสาะหาความรู้ในห้องเรียนมีส่วนคล้ายกับการสืบเสาะหาความรู้โดยนักวิทยาศาสตร์แต่มีรูปแบบที่หลากหลายทั้งการสืบเสาะหาความรู้แบบปลายเปิด (Opened Inquiry) หรือการสืบเสาะหาความรู้แบบครูเป็นผู้กำหนดแนวในการทำกิจกรรม (Structured Inquiry) การสืบเสาะหาความรู้แบบปลายเปิดนั้นนักเรียนจะเป็นผู้ควบคุมการสืบเสาะหาความรู้ของตนเองตั้งแต่การสร้างประเด็นคำถาม การสำรวจตรวจสอบและ อธิบายสิ่งที่ศึกษาโดยใช้ข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ การประเมินและเชื่อมโยงความรู้ที่เกี่ยวข้องหรือคำอธิบายอื่นเพื่อปรับปรุงคำอธิบายของตนและนำเสนอต่อผู้อื่น ส่วนการสืบเสาะหาความรู้แบบครูเป็นผู้กำหนดแนวในการทำกิจกรรมนั้น

ครูจะมีส่วนในการชี้นำนักเรียนมากกว่าการสืบเสาะหาความรู้แบบปลายเปิด ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนขึ้นอยู่กับจุดประสงค์การเรียนรู้นั้นๆ ดังนั้นครูสามารถจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้ทั้งแบบสืบเสาะหาความรู้แบบปลายเปิดและแบบกำหนดแนวในการทำกิจกรรมตามความเหมาะสม

**ตารางที่ 1 การสืบเสาะหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์และการสืบเสาะหาความรู้ในห้องเรียน
(ปรับปรุงมาจาก National Research Council, 2000)**

| การสืบเสาะหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ | การสืบเสาะหาความรู้ในห้องเรียน |
|---|--|
| 1. สังเกต | 1. เกิดข้อสงสัย/ปัญหา |
| 2. เกิดข้อสงสัย/ปัญหา | 2. กำหนดปัญหา |
| 3. กำหนดปัญหาจากความรู้พื้นฐาน | 3. ตั้งสมมติฐาน |
| 4. รวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือและ/หรือคณิตศาสตร์ | 4. วางแผนและดำเนินการสำรวจตรวจสอบอย่างง่าย |
| 5. ค้นหาข้อมูลจากงานวิจัยที่ผ่านมา | 5. รวบรวมข้อมูลจากการสังเกต |
| 6. อธิบายสิ่งที่ศึกษา | 6. อธิบายสิ่งที่ศึกษาจากข้อมูลหรือหลักฐาน |
| 7. เผยแพร่ผลการศึกษาโดยมีข้อมูล/หลักฐานสนับสนุน | 7. พิจารณาข้ออธิบายอื่นๆ |
| 8. พิจารณาข้อมูลใหม่ | 8. สื่อสารสิ่งที่ศึกษา |
| 9. อธิบายเพิ่มเติมสิ่งที่ศึกษา | 9. ตรวจสอบข้ออธิบาย |
| 10. เผยแพร่ผลการศึกษาโดยมีข้อมูล/หลักฐานสนับสนุน | |

ลักษณะสำคัญ 5 ลักษณะในการสืบเสาะหาความรู้

1. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในประเด็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ คำถามทางวิทยาศาสตร์ในที่นี้หมายถึงคำถามที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลหลักฐาน คำถามเหล่านี้อาจเกี่ยวกับวัตถุสิ่งมีชีวิต ปรากฏการณ์ในธรรมชาติ นักเรียนมักมีคำถามหรือ ข้อสงสัยเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ อยู่แล้ว คำถามที่นักเรียนมักถามคำถาม “ทำไม” เกี่ยวกับสิ่งต่างๆ ซึ่งถ้าเราเปลี่ยนคำถาม “ทำไม” เป็น “อย่างไร” ก็จะนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ได้ตัวอย่างคำถามที่สำรวจตรวจสอบได้ เช่น

ทำไมไม้ไผ่เดือนจึงชอบอยู่ในที่มีแดด เป็น ไม้ไผ่เดือนตอบสนองต่อแสงแดดอย่างไร

ทำไมคนเราจึงมีสีของตาแตกต่างกัน เป็น ยีนส์มีผลต่อสีของตาอย่างไร

คำถามที่ดีควรเป็นคำถามที่นักเรียนสามารถหาข้อมูลหรือหลักฐานเพื่อตอบคำถามนั้นๆ ได้ คำถามที่นำมาซึ่งการสำรวจตรวจสอบอาจมาได้หลายทาง ได้แก่ มาจากนักเรียน ครู สื่อ การสอน เว็บไซต์ หรือแหล่งข้อมูลอื่นๆ

2. ผู้เรียนให้ความสำคัญกับข้อมูลหลักฐานในการอธิบายและประเมินคำอธิบายที่ตอบของคำถามทางวิทยาศาสตร์ สิ่งที่ทำให้การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างจากการเรียนรู้แบบอื่นคือความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดจากข้อมูลหรือหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบหรือการทดลองมากกว่าความรู้ที่ได้จากทฤษฎีเพียงอย่างเดียว นักวิทยาศาสตร์ทุ่มเทให้กับการเก็บข้อมูลที่ถูกต้องจากการสังเกตหรือสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ต่างๆ ซึ่งอาจมีการใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่างๆ เช่น กล้องจุลทรรศน์ แวนชยาย หรือคอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยในการเก็บข้อมูล นอกจากนี้ นักวิทยาศาสตร์อาจมีการควบคุมตัวแปรที่อาจมีผลต่อข้อมูลที่ต้องการเก็บรวบรวม

การสำรวจตรวจสอบในระดับปฐมวัยและระดับประถมศึกษามักมาจากการสังเกต นักเรียนอาจได้ออกแบบและทำการทดลองง่ายๆ เพื่อตอบข้อสงสัยหรือเพื่อตรวจสอบความ มคิด นักเรียนในระดับนี้สามารถทำการทดลองแบบที่มีการควบคุมตัวแปรเพียงตัวแปรเดียวได้ นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะพื้นฐาน เช่น สังเกต วัด ผูก เกี่ยว ตัด ดัด ต่อ นักเรียนสามารถใช้เครื่องมืออย่างง่ายในการวัดความกว้าง ยาว สูงของวัสดุ หรือใช้นาฬิกาเพื่อจับเวลา ใช้แว่น ขยายเพื่อสังเกตสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต ใช้ตาชั่งสปริงเพื่อชั่งน้ำหนัก และใช้กล้องจุลทรรศน์เพื่อสังเกตสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก นอกจากนี้ยังสามารถใช้เครื่องคิดเลขหรือคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการเก็บข้อมูล

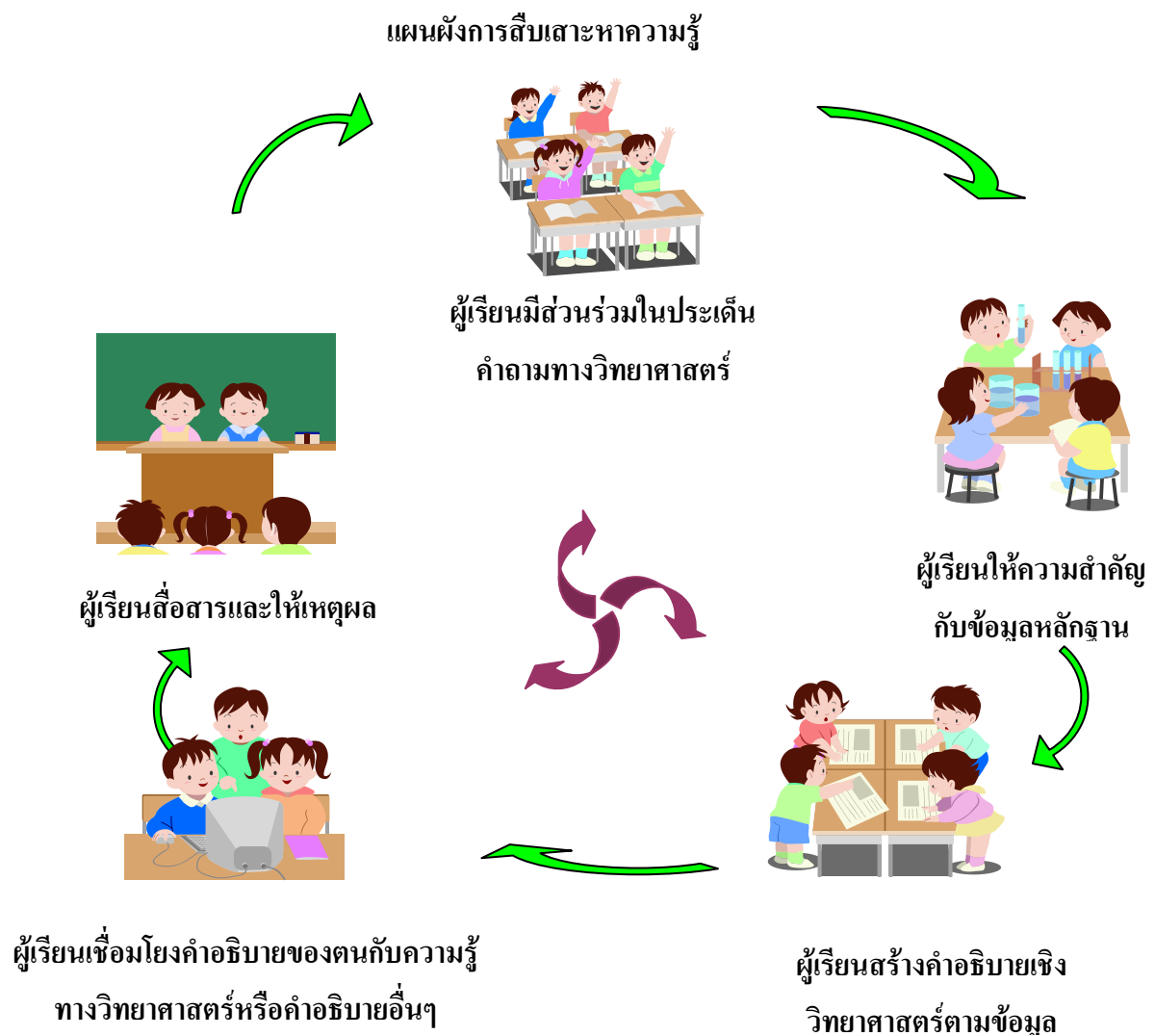
สำหรับการสืบเสาะหาความรู้ในห้องเรียน นักเรียนต้องนำข้อมูล เชิงประจักษ์ ต่างๆ มาประกอบการอธิบายหรือตอบคำถามที่ศึกษา ครูควรชี้ให้นักเรียนเข้าใจว่าการอธิบายสิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้น โดยใช้ความเชื่อส่วนตัว ความเข้าใจผิด การคาดเดา ความเชื่อทางศาสนาสามารถเกิดขึ้นได้และมีความสำคัญเชิงสังคมแต่คำอธิบายเหล่านี้ไม่ใช่คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

3. ผู้เรียนมีการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อตอบคำถามที่สงสัยโดยมีหลักฐานหรือข้อมูลเชิงประจักษ์สนับสนุน การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ต้องอยู่บนพื้นฐานของเหตุผลซึ่งอธิบายถึงเหตุและผลรวมถึงความสัมพันธ์ต่างๆ ตามข้อมูลเชิงประจักษ์ที่รวบรวมได้จากการสำรวจ ตรวจสอบ ซึ่งการให้เหตุผลเชิงวิเคราะห์นั้นผู้เรียนต้องสามารถนำข้อมูลเหล่านั้นมาจำแนก วิเคราะห์ ลงความเห็น และทำนาย การอธิบายคือหนทางที่เรียนรู้สิ่งใหม่โดยการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่รู้ อยู่แล้ว กับสิ่งที่สังเกตได้ ดังนั้นการอธิบายจึงเป็นการทำความเข้าใจความรู้ใหม่ซึ่งต่อยอดจากความรู้เดิมของผู้เรียน นักเรียนระดับปฐมวัยอาจไม่เข้าใจการสร้างคำอธิบายที่มีข้อมูลและหลักฐานสนับสนุน แต่นักเรียนในระดับประถมศึกษาควรได้เริ่มเรียนรู้ว่าข้อมูลหรือหลักฐานอะไรบ้างที่มีน้ำหนักเพียงพอในการสร้างคำอธิบาย นักเรียนในระดับประถมศึกษาควรตระหนักได้ว่าความรู้หรือคำอธิบายที่สามารถยอมรับได้ต้องมีข้อมูลหลักฐานมาสนับสนุน และนักเรียนควรตรวจสอบว่า

คำอธิบายของตนขัดแย้งหรือสอดคล้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้อื่นสำรวจ ตรวจสอบมาหรือไม่ อย่างไร

4. ผู้เรียนประเมินคำอธิบายของตนกับคำอธิบายอื่นๆ ที่สะท้อนให้เห็นถึงความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ อีกสิ่งหนึ่งที่ทำให้การสืบเสาะค้นหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างจากการสืบเสาะค้นหาของศาสตร์อื่นๆ ก็คือผู้สำรวจตรวจสอบสามารถประเมิน ปรับปรุงหรือ ตัด คำอธิบายนั้นทิ้งเมื่อพบว่ายังไม่มีเหตุผลหรือข้อมูลเชิงประจักษ์ที่เพียงพอ ในขณะที่เดียวกันก็เปิดโอกาสให้มีการประเมินคำอธิบายซึ่งกันและกัน นอกจากนี้การประเมินคำอธิบายยังรวมถึงการพิจารณาคำอธิบายจากแหล่งอื่นๆ เช่นจากการสนทนา จากการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากครูหรือ สื่อการสอน องค์ประกอบที่สำคัญคือนักเรียนต้องเชื่อมโยงผลการทดลองกับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมกับระดับของนักเรียน ดังนั้นคำอธิบายของนักเรียนต้องมีความถูกต้องและสอดคล้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับแล้ว

5. เกี่ยวกับการค้นพบของตน นักวิทยาศาสตร์สื่อสารและนำเสนอการค้นพบของตนในรูปแบบที่ผู้อื่นสามารถทำตามได้ ดังนั้นการนำเสนอผลงานจึงต้องประกอบด้วยคำถาม วิธีการ ข้อมูลเชิงประจักษ์ คำอธิบายและตรวจสอบคำอธิบายอื่นๆ การให้นักเรียนได้นำเสนอผลการสำรวจ ตรวจสอบเป็นการเปิดโอกาสให้ได้มีการซักและตอบคำถาม ตรวจสอบข้อมูล ให้เหตุผล วิเคราะห์ และรับคำวิจารณ์และได้แนวคิดหรือมุมมองอื่นในการปรับปรุงการอธิบายหรือการสำรวจ ตรวจสอบ



การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ต้องมีทั้ง 5 ลักษณะของการสืบเสาะหาความรู้แต่ระดับของการสืบเสาะหาความรู้สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสมของรูปแบบการสอน กิจกรรมและจุดประสงค์การเรียนรู้ เช่น ในการตั้งคำถามนั้นอาจจะมาจากผู้เรียนเป็นผู้คิดคำถามเอง หรือเลือกคำถามที่ต้องการศึกษาจากแหล่งอื่นหรือจากที่ครูกำหนดให้ ตารางที่ 2 แสดงให้เห็นถึงลักษณะจำเป็น 5 ลักษณะของการสืบเสาะหาความรู้ในชั้นเรียนและระดับของการสืบเสาะหาความรู้

ตารางที่ 2 ลักษณะจำเป็นของการสืบเสาะหาความรู้ในชั้นเรียนและระดับของการสืบเสาะหาความรู้

| ลักษณะจำเป็น | ระดับการสืบเสาะหาความรู้ | | | |
|--|--|---|--|--|
| 1. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในประเด็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ | ผู้เรียนเป็นผู้ถามคำถาม | ผู้เรียนเลือกคำถามและสร้างคำถามใหม่จากรายการคำถาม | ผู้เรียนพิจารณาและปรับคำถามที่ครูถามหรือคำถามจากแหล่งอื่น | ผู้เรียนสนใจคำถามจาก สื่อการสอนหรือแหล่งอื่นๆ |
| 2. ผู้เรียนให้ความสำคัญกับข้อมูลหลักฐานที่สอดคล้องกับคำถาม | ผู้เรียนกำหนดข้อมูลที่จำเป็นในการตอบคำถามและรวบรวมข้อมูล | ผู้เรียนได้รับการชี้แนะในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่จำเป็น | ผู้เรียนได้รับข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์ | ผู้เรียนได้รับข้อมูลและการบอกเล่าเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูล |
| 3. ผู้เรียนอธิบายสิ่งที่ศึกษาจากหลักฐานหรือข้อมูล | ผู้เรียนอธิบายสิ่งที่ศึกษาหลังจากรวบรวมและสรุปข้อมูล/หลักฐาน | ผู้เรียนได้รับการชี้แนะในการสร้างคำอธิบายจากข้อมูลหลักฐาน | ผู้เรียนได้รับแนวทางที่เป็นไปได้เพื่อสร้างคำอธิบายจากข้อมูลหลักฐาน | ผู้เรียนได้รับหลักฐานหรือข้อมูล |

| | | | | |
|--|--|---|---|--|
| 4. ผู้เรียนเชื่อมโยงคำอธิบายกับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ | ผู้เรียนตรวจสอบแหล่งข้อมูลอื่นและเชื่อมโยงกับคำอธิบายที่สร้างไว้ | ผู้เรียนได้รับการชี้แนะเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลและขอบเขตความรู้ทางวิทยาศาสตร์ | ผู้เรียนได้รับการแนะนำถึงความเชื่อมโยงที่เป็นไปได้ | ผู้เรียนได้รับการเชื่อมโยงทั้งหมด |
| 5. ผู้เรียนสื่อสารและให้เหตุผลเกี่ยวกับการค้นพบของตน | ผู้เรียนสร้างข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลและมีหลักการเพื่อสื่อสารคำอธิบาย | ผู้เรียนได้รับการฝึกฝนในการพัฒนาวิธีการสื่อสาร | ผู้เรียนได้รับแนวทางกว้างๆ สำหรับการสื่อสารที่ชัดเจน ตรงประเด็น | ผู้เรียนได้รับคำแนะนำถึงขั้นตอนและวิธีการสื่อสาร |
| | มาก _____ | ปริมาณการจัดการเรียนรู้โดยผู้เรียน _____ | | น้อย |
| | น้อย _____ | ปริมาณการชี้แนะโดยครูหรือสื่อการสอน _____ | | มาก |

การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้นอกจากจะมุ่งเน้นการพัฒนาความสามารถทางด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แล้ว นักเรียนควรเข้าใจว่าการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อศึกษาและทำความเข้าใจปรากฏการณ์ต่างๆ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนระดับปฐมวัยและระดับประถมศึกษาควรเข้าใจ มีดังนี้

1. การสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยคำถามและการตอบคำถาม การเปรียบเทียบคำตอบของตนกับคำตอบที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบ
2. นักวิทยาศาสตร์ใช้วิธีการสำรวจตรวจสอบแตกต่างกันขึ้นกับคำถามที่ต้องการรู้ การสำรวจตรวจสอบประกอบด้วยคำอธิบายสิ่งต่างๆ ทั้งที่มีชีวิต ไม่มีชีวิต และปรากฏการณ์ต่างๆ การจัดจำแนก การทดลอง
3. นอกจากใช้ประสาทสัมผัสนักวิทยาศาสตร์ยังใช้เครื่องมืออย่างง่าย เช่นแว่นขยาย เทอร์มอมิเตอร์และไม้บรรทัดเพื่อให้ได้ข้อมูลครบถ้วนสมบูรณ์ขึ้น
4. นักวิทยาศาสตร์อธิบายสิ่งต่างๆ โดยมีหลักฐานสนับสนุน ซึ่งหลักฐานเหล่านี้อาจมาจากการสังเกตและจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับแล้ว แต่ทางวิทยาศาสตร์นั้นคำอธิบายที่น่าเชื่อถือจะต้องมีหลักฐานที่ได้มาจากการสำรวจตรวจสอบเสมอ

5. นักวิทยาศาสตร์บันทึกการสำรวจตรวจสอบที่ผู้อื่นสามารถสำรวจตรวจสอบซ้ำได้ และนำเสนอผลการสำรวจตรวจสอบแก่ผู้อื่น
6. นักวิทยาศาสตร์ตรวจสอบและทบทวนการสำรวจตรวจสอบของนักวิทยาศาสตร์คนอื่น และหาประเด็นคำถามจากการสำรวจตรวจสอบนั้น

เอกสารอ้างอิง

- American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press.
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, D.C.: National Academy Press.