



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์ศึกษา	การศึกษา
สาขา	ภาควิชา
เรื่อง	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4: การวิจัยปฏิบัติการ
	Inquiry-based Teaching for Improving 4 th Graders' Science Process Skills: An Action Research
นามผู้วิจัย	นางสาวเสาวนีย์ เกิดดวง
ได้พิจารณาเห็นชอบโดย	
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	(อาจารย์จีระวรรณ เกษสิงห์, ปร.ด.)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมาน แก้วไวยุทธ, วท.ด.)
หัวหน้าภาควิชา	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สิทธิกร สุมาลี, ศษ.ด.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4: การวิจัยปฏิบัติการ

Inquiry-based Teaching for Improving 4th Graders' Science Process Skills:
An Action Research

โดย

นางสาวเสาวนีย์ เกิดดวง

พ.ศ. ๒๕๕๖

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)

พ.ศ. 2558

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เสาวนีย์ เกิดด้วง 2558: การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนาทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4: การวิจัยปฏิบัติการ
ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา) สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ภาควิชาการศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์จรัสวรรณ เกษสิงห์, ปร.ด.
213 หน้า

การวิจัยปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และ 2) ศึกษาแนวทางการ
จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้
กลุ่มที่ศึกษาคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวนนักเรียน 28 คนในการตอบวัตถุประสงค์การวิจัย
ข้อที่ 1 ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ข้อมูลถูกนำมา
วิเคราะห์โดยการจัดกลุ่มตามเกณฑ์แบบรูบริกส์ นักเรียนถูกแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ ไม่มีทักษะ มีทักษะ
บางส่วน และมีทักษะ จากนั้นใช้ค่าความถี่และร้อยละในแต่ละกลุ่มเพื่อติดตามพัฒนาการการเรียนรู้ของ
นักเรียน ในการตอบวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 2 ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้บันทึกสะท้อนความคิด
ของครู วิดีทัศน์การสอน และการสัมภาษณ์นักเรียนแบบกลุ่ม จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการ
วิเคราะห์แบบอุปนัย

ผลการวิจัยพบว่าหลังเรียนเนื้อหาด้วยการสืบเสาะหาความรู้ จำนวนนักเรียนในกลุ่มมีทักษะมี
เพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะในทักษะ 1) การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 2) ทักษะการทดลอง และ 3) ทักษะ
การสังเกต นอกจากนี้ ผลการวิจัยแสดงให้เห็นเทคนิคการสอนที่หลายเทคนิคในการจัดการเรียนรู้
แบบสืบเสาะหาความรู้ที่อาจพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้โดยเทคนิค
เหล่านี้ คือ ตัวอย่างเช่น 1) การใช้สื่อการสอนที่เป็นรูปธรรมร่วมกับคำถามนำอภิปราย 2) การใช้
กิจกรรมที่ได้ลงมือปฏิบัติจริงเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 3) การใช้ยุทธวิธีที่หลากหลาย
เพื่อสนับสนุนทักษะการนำเสนองานของนักเรียนและ 4) การใช้สถานการณ์ใหม่ที่ช่วยให้นักเรียน
ได้ปรับใช้ทักษะกระบวนการที่เรียนไป

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Saowanee Koetdung 2015: Inquiry-based Teaching for Improving 4th Graders' Science Process Skills: An Action Research. Master of Education (Science Education), Major Field: Science Education, Department of Education. Thesis Advisor: Miss Jeerawan Ketsing, Ph.D. 213 pages.

This action research aimed to 1) study students' science process skills before, during, and after learning through inquiry-based teaching and 2) explore teaching techniques in inquiry-based teaching that fostered the students' science process skills. The participants were 28 fourth graders. In addressing the first research objective, the researcher collected data by using Science Process Skills tests. The data was then analyzed by clustering it according to rubrics criteria. The students were categorized into three categories: do not have skill, incomplete skill, and have skill. The frequency and percentages of each category were used for tracking the students' learning progress. In addressing the second research objective, the researcher gathered information by using teacher's reflective journal, videotapes of instructions, and focus-group interview with students. The data was analyzed through inductive analysis.

The results showed that after learning the concepts through inquiry, the number of students in 'have skill group' was increased from before the teaching, especially in the skills of 1) operational definition, 2) experimentation, and 3) observation. In addition, the results demonstrated several teaching techniques in inquiry that may promote the students' science process skills. These techniques were, for instead, 1) the use of concrete instructional media with discussion questions, 2) the use of hands-on activity for practicing science process skills, 3) the use of multiple strategies for promoting students' presentation skill, and 4) the use of new situations for helping students to apply the process skills.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดร.จิระวรรณ เกษสิงห์และกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมาน แก้วไวยุทธ ที่ได้ทุ่มเทเวลาในการให้คำแนะนำแนวทางในการศึกษาให้คำปรึกษาเมื่อพบปัญหา ช่วยเหลือและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์เล่มนี้ให้เสร็จสมบูรณ์ รวมทั้งให้กำลังใจในการทำงานแก่ผู้วิจัยตลอดมา

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤมล ยุทธาคม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมาน แก้วไวยุทธ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกรัตน์ ทานาค และ นายปรีชา พึ่งจิตต์คน ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาปทุมธานีเขต 2 ที่ให้คำแนะนำ ตรวจแก้ไข ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบคุณผู้บริหารสถานศึกษา โรงเรียน ที่กรุณาให้ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยในโรงเรียน ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภาวดี ทุปียะ และอาจารย์ ดร.สันติ กิจลือเกียรติ และเพื่อนครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รวมทั้งนักเรียนทุกคนที่เข้าใจ และให้ความร่วมมือในการวิจัยนี้

สุดท้ายนี้กราบขอบพระคุณอาจารย์สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษาทุกท่านที่ทำให้ข้าพเจ้าได้พัฒนาตนเอง และเพื่อนๆ ในสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษาทุกคนที่ช่วยเหลือ ครอบครัวยุของข้าพเจ้าที่ให้กำลังใจ และให้การสนับสนุนตลอดระยะเวลาในการศึกษา คุณค่า และประโยชน์อันเกิดจากงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้กับบิดา มารดา บุรพาคณาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่าน

เสาวนีย์ เกิดดวง

มกราคม 2558

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง	(3)
สารบัญภาพ	(6)
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	5
คำถามการวิจัย	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
ขอบเขตการวิจัย	6
นิยามศัพท์เฉพาะ	6
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	8
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	9
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	26
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	42
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	45
บริบทของโรงเรียน	45
สภาพห้องเรียน	46
กลุ่มที่ศึกษา	48
รูปแบบการวิจัย	48
แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการดำรงชีวิตของพืช	53
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	57
การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล	60
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล	63
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	
ก่อนเรียนระหว่างเรียน และหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ	
สืบเสาะหาความรู้	63

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
เทคนิควิธีในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่สนับสนุนการ พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	92
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	111
สรุปผลการวิจัย	111
ข้อเสนอแนะ	116
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	117
ภาคผนวก	127
ภาคผนวก ก ราชานามผู้เชี่ยวชาญ	128
ภาคผนวก ข ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้	130
ภาคผนวก ค ตัวอย่างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	147
ภาคผนวก ง ตารางแสดงกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	165
ภาคผนวก จ ตารางแสดงเกณฑ์การให้คะแนนทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	177
ภาคผนวก ฉ ตารางแสดงข้อมูลการบันทึกสะท้อนความคิดของครู	184
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	213

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามรูปแบบ BSCS 5E	21
2.2	ตัวอย่างการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามรูปแบบ 7E	22
3.1	แผนที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจำนวนคาบเรียน	54
3.2	แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการดำรงชีวิตของพืช และเวลาที่ใช้แบบวัด	60
4.1	ค่าความถี่และร้อยละของจำนวนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในแต่ละทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	64
ตารางผนวกที่		
1	กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช	166
2	กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง พืชมีการสร้างอาหาร	169
3	กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แสงจำเป็นต่อการสร้างอาหารของพืช	170

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4	กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง แก๊ส คาร์บอน ไดออกไซด์ จำเป็นต่อการสร้างอาหารของพืช	171
5	กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การลำเลียงน้ำและธาตุอาหารของพืช	172
6	กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การลำเลียงน้ำและธาตุอาหารของพืช	173
7	กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง การคายน้ำของพืช	174
8	กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง การตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมของพืช	175
9	เกณฑ์การให้คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับที่ 1 และ 2	178
10	เกณฑ์การให้คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับที่ 3	180
11	เกณฑ์การให้คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับที่ 4	182

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
12	บันทึกสะท้อนความคิดของครูจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช ตามการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	185
13	บันทึกสะท้อนความคิดของครูจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง พืชมีการสร้างอาหารตามการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	189
14	บันทึกสะท้อนความคิดของครูจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แสงจำเป็นต่อการสร้างอาหารของพืช ตามการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	193
15	บันทึกสะท้อนความคิดของครูจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จำเป็นต่อการสร้างอาหารของพืช ตามการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	197
16	บันทึกสะท้อนความคิดของครูจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การลำเลียงน้ำและอาหารของพืชตามการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	201
17	บันทึกสะท้อนความคิดของครูจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การลำเลียงน้ำและแร่ธาตุของพืชตามการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	204
18	บันทึกสะท้อนความคิดของครูจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง การคายน้ำของพืช ตามการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	207
19	บันทึกสะท้อนความคิดของครูจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช ตามการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	210

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
3.1	ห้องเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสอนดีพิทยาลงกรณ์	47
3.2	แผนผังห้องเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสอนดีพิทยาลงกรณ์	47
3.3	วิธีดำเนินการวิจัย	52
4.1	กราฟแสดงความถี่ของจำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ฉบับที่ 1 (ก่อนเรียน)	67
4.2	กราฟแสดงความถี่ของจำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ฉบับที่ 2 (ระหว่างเรียน)	68
4.3	กราฟแสดงความถี่ของจำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ฉบับที่ 3 (ระหว่างเรียน)	69
4.4	กราฟแสดงความถี่ของจำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ฉบับที่ 4 (หลังเรียน)	70
4.5	ชิ้นงานนักเรียนในการสอนแผนที่ 8 วันที่ 9 กันยายน 2555	101
4.6	แบบบันทึกกิจกรรมเพิ่มเติม เรื่องหน้าที่ของราก	103

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge based society) คนไทยทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) เพื่อการดำเนินชีวิตอยู่ร่วมกันในสังคมได้อย่างปกติสุข (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2545: ก) อย่างไรก็ตาม การได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science process skills) ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการแสวงหาความรู้ (นิคม ทาแดง และ สุจินต์ วิสวัชรานนท์, 2525: 48) หากบุคคลขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก็เป็นเรื่องยากที่จะเข้าถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะในยุคปัจจุบันที่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีการพัฒนาและเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง ดังจะเห็นได้จากการพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละโรงเรียน ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนมีความเป็นเลิศทางวิชาการ โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ที่มุ่งเน้นในเรื่องการพัฒนาระบวนการคิด การวิเคราะห์ และการทำงานอย่างเป็นระบบ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นการที่นักเรียนขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จะส่งผลให้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นแบบท่องจำความรู้มากกว่าการลงมือปฏิบัติเพื่อสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือกระบวนการทางความคิด กระบวนการทางปัญญา เป็นลักษณะที่ใช้อธิบายลักษณะทั่วไปของการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งทำให้ผู้เรียนเรียนรู้และเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์ใหม่และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ ทักษะเหล่านี้ช่วยให้ผู้เรียนสามารถขยายแนวความคิดจากข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้ (Small idea) และเชื่อมโยงข้อมูลเหล่านั้นเพื่ออธิบายแนวคิดโดยภาพรวม (Big idea) ของปรากฏการณ์ต่างๆ ได้อย่างมีเหตุผล (สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ, 2551: 28) นอกจากนี้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ยังเป็นทักษะทางสติปัญญาที่นักวิทยาศาสตร์และผู้ที่น่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์ใช้ในการแก้ปัญหา การศึกษาค้นคว้าและการสืบเสาะหาความรู้ (วรรณทิพา รอดแรงคำ และ พิมพันธ์ เศษะคุปต์, 2542: 3) ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้น ผู้สอนจำเป็นต้องฝึกให้ผู้เรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จำนวน 13 ทักษะ โดยแบ่งออกเป็นทักษะขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ ได้แก่ 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการวัด 3) ทักษะการคำนวณ 4) ทักษะการจำแนกประเภท

5) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 6) ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา 7) ทักษะการลงความเห็นของข้อมูล และ 8) ทักษะการพยากรณ์ และทักษะขั้นผสมหรือขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ ได้แก่ 9) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 10) ทักษะการตั้งสมมติฐาน 11) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 12) ทักษะการทดลอง และ 13) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (วรรณทิพา รอดแรงกล้า และพิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์, 2542) ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ เป็นทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

จากตัวชี้วัดและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 5) ได้กำหนดให้ผู้เรียนเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหา และมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งหลักสูตรได้จัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาตรฐานการเรียนรู้ ว 8.1 ที่ระบุว่า “ผู้เรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน” ซึ่งหลักสูตรได้กำหนดให้ผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยบูรณาการสาระที่ 8 เข้ากับสาระอื่นทุกสาระและในทุกระดับชั้น โดยในระดับประถมศึกษาผู้เรียนจะได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานจำนวน 8 ทักษะ ดังกล่าวข้างต้น สำหรับในระดับมัธยมศึกษา หลักสูตรกำหนดให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นผสมรวมเป็น 13 ทักษะ ดังที่กล่าวมาข้างต้น

จากประสบการณ์ของผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษามาเป็นเวลา 7 ปี พบว่า นักเรียนจำนวนมากยังขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนไม่สามารถบอกหรือเขียนสิ่งที่ตนเองสังเกตได้อย่างถูกต้อง ในการลงความเห็นจากข้อมูล นักเรียนลงความเห็นไม่สอดคล้องกับข้อมูลที่มี นักเรียนไม่สามารถสร้างหรือบอกเกณฑ์ในการจำแนกประเภทได้ และไม่สามารถเลือกใช้รูปแบบการสื่อความหมายข้อมูลได้อย่างเหมาะสมกับลักษณะข้อมูล นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนระดับประถมศึกษาที่ผู้วิจัยรับผิดชอบสอน มีผลการสอบ O-NET ของสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ และระดับเขตพื้นที่การศึกษา (Local Assessment System: LAS) อยู่ในระดับต่ำเมื่อเทียบกับระดับที่สถานศึกษามุ่งหวังคือ ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50 (ผลประเมิน

การสอบสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ) โรงเรียนสอนดีพิทยาลงกรณ์ (นามสมมติ), 2553-2554) และเมื่อสอบถามนักเรียนพบว่าข้อสอบส่วนใหญ่ที่นักเรียนไม่สามารถทำได้คือ ข้อสอบที่เป็นข้อคำถามเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยหลายชิ้นที่พบว่า นักเรียนระดับประถมศึกษาจำนวนมากขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (จิตสุภัค มานะการ, 2550; อรวรรณ เตชะ โสค, 2551; ทศนีย์ สังกะสิงห์, 2552; จันทร์จิรา พิระวงศ์, 2553)

ข้อมูลดังกล่าวข้างต้นสอดคล้องกับข้อค้นพบที่ได้จากการตรวจเอกสารที่ระบุว่า การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน ยังไม่บรรลุวัตถุประสงค์ในเรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการสอนวิทยาศาสตร์ครูมักสอนเน้นเนื้อหามากกว่าการฝึกให้นักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นหาความรู้ นักเรียนมีโอกาสดำเนินมือปฏิบัติการทดลองค่อนข้างน้อย ครูมักใช้การสอนแบบบรรยาย ทำให้นักเรียนขาดการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (สสวท, 2546 ข: 5) สอดคล้องกับประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551: 53) ที่รายงานว่า ปัญหาด้านผู้เรียนที่พบส่วนใหญ่ คือผู้เรียนขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ และกระบวนการคิด ส่วนปัญหาที่เกิดจากกระบวนการจัดการเรียนรู้ของผู้สอนพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้อย่างไม่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริงจึงส่งผลให้ผู้เรียนขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้งยังขาดสื่อการสอนที่มีประสิทธิภาพสำหรับฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ วาสนา จันทรสาขา (2551) พบว่า สาเหตุสำคัญที่ทำให้ นักเรียนขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือการจัดการเรียนการสอนของครูที่ไม่ได้เน้นให้นักเรียนฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่นเดียวกับ นุสเราะฮ์ กองบก (2555) ที่พบว่าครูในระดับชั้นประถมศึกษา จัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสอนแบบบรรยายประกอบแบบเรียนเป็นส่วนใหญ่ เน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริงน้อย และสื่อที่ใช้มากที่สุดคือหนังสือเรียน นักเรียนมักได้รับมอบหมายให้จดบันทึกแล้วท่องจำเนื้อหาที่ครูกำหนดไม่มีการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ำ ด้วยเหตุนี้การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่สนับสนุนให้นักเรียนได้ฝึกใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจึงมีความจำเป็น เพราะจะช่วยให้ นักเรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และสามารถใช้ทักษะดังกล่าวในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองในสังคมปัจจุบันและอนาคตที่องค์ความรู้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้เป็นอย่างดี ดังที่ จันทรพร พรหมมาศ (2541) สราวุฒิ บุญยสิน (2542) และ Laovie (1999) พบว่านักเรียนมีทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้เพราะการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีการจัดสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างเต็มที่ เช่นเดียวกับสมบัติ คีการกล (2547) ที่พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ทั้งโดยรวมและรายด้าน สูงกว่าก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดย สมบัติ คีการกลเสนอแนะว่าการจัดนักเรียนแบบคละความสามารถในการทำงานกลุ่ม และการหมุนเวียนหน้าที่ของสมาชิกกลุ่มช่วยส่งเสริมการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ สอดคล้องกับศรสุดา ชูพันธ์ (2548) และ นุสเราะฮ์ กอบก (2555) ที่พบว่านักเรียนชั้นประถมศึกษา มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ นุสเราะฮ์ กอบก (2555) พบว่า นักเรียนมีคะแนนอัตราพัฒนาการด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนเพิ่มขึ้นเฉลี่ย .99 คะแนน ต่อครั้งจากคะแนนเดิม 4 คะแนน ที่เป็นเช่นนี้ อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้อย่างเป็นระบบ

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นแนวการสอนที่ได้รับการสนับสนุนจาก สสวท. อย่างต่อเนื่อง (ประมวล สิริพันธ์แก้ว, 2546) เนื่องจากการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกุญแจสำคัญในการส่งเสริมความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน (จริยา สุจารีกุล, 2550) ทำให้นักเรียน มีความคุ้นเคยกับกระบวนการหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ เกิดความเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไร และนำไปสู่การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (สสวท, 2546) รวมทั้งสามารถนำความรู้และทักษะที่ได้รับไปปรับใช้ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตประจำวันได้ (ภพ เลหาไพบูลย์, 2540; สสวท, 2546; จันทรดา พิทักษ์สาตี, 2549; สุวิมล เขียวแก้ว, 2549; และสุรัช มีชาญ, 2549)

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาปีที่ 4 จึงสนใจที่จะใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางของ สสวท. (สสวท, 2553: 11) ในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 12 ทักษะของนักเรียนที่ผู้วิจัยรับผิดชอบสอน ซึ่งงานวิจัยนี้มีความแตกต่างจากงานวิจัยที่ผ่านมา ที่พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เฉพาะขั้นพื้นฐาน ในระดับประถมศึกษา จากการวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางและหลักสูตรสถานศึกษาแล้วพบว่าทักษะสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา เป็นทักษะที่นำไปสอดแทรกในกิจกรรม

การเรียนรู้ได้น้อย ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงมิได้ทำการพัฒนาทักษะดังกล่าว นอกจากการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแล้ว ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยยังต้องการค้นหาเทคนิควิธีสอนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่สนับสนุนการพัฒนาทักษะของนักเรียนด้วย ซึ่งงานวิจัยที่ผ่านมา ในอดีตส่วนใหญ่ไม่ได้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับเทคนิควิธีที่ช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนระหว่างเรียน และหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
2. เพื่อศึกษาเทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่สนับสนุนการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

คำถามวิจัย

1. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างไร ก่อนเรียนระหว่างเรียน และหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
2. เทคนิควิธีในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่สนับสนุนการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีลักษณะอย่างไร

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาได้องค์ความรู้เกี่ยวกับเทคนิควิธีในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่สนับสนุนการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
2. บุคคลที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหลักสูตรได้แนวทางในการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับประถมศึกษา

ขอบเขตการวิจัย

สถานที่ดำเนินการวิจัย

โรงเรียนสอนดีพิทยาลงกรณ์ (นามสมมติ) เป็น โรงเรียนประถมศึกษาขนาดกลาง สังกัด สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน เขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาปทุมธานี เขต 1 จังหวัด ปทุมธานี

กลุ่มที่ศึกษา

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 28 คน เป็นนักเรียนชาย 13 คน นักเรียนหญิง 15 คน ที่เรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ในโรงเรียนสอนดีพิทยาลงกรณ์ ซึ่งเป็นห้องเรียนที่ผู้วิจัยรับผิดชอบสอน

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

หน่วยการเรียนรู้เรื่องการดำรงชีวิตของพืช ครอบคลุมแนวคิดเรื่อง ปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง การลำเลียงน้ำและอาหารของพืช และการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช ใช้เวลาในการสอนทั้งหมด 27 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที รวมเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 8 แผน

ระยะเวลาในการวิจัย

ภาคเรียนที่ 1 เดือนกรกฎาคม ถึงเดือนกันยายน ปีการศึกษา 2555

นิยามศัพท์เฉพาะ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ กระบวนการทางความคิด กระบวนการทางปัญญา เป็นกระบวนการที่ผู้เรียน ใช้ค้นคว้าหาองค์ความรู้ เป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์นำมาใช้ในการศึกษาค้นคว้า สืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาต่างๆ โดยผู้ศึกษาได้ฝึกฝนทั้งในด้านการปฏิบัติ การพัฒนาทางด้านความคิดอย่างเป็นระบบ ประกอบด้วยทักษะขั้นพื้นฐาน 7 ทักษะ และ

ทักษะขั้นสูง หรือขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ รวมเป็น 12 ทักษะ ได้แก่ 1) ทักษะการสังเกต (Observation) 2) ทักษะการวัด (Measurement) 3) ทักษะการคำนวณ (Using numbers) 4) ทักษะการจำแนกประเภท (Classification) 5) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing data and communication) 6) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring) 7) ทักษะการพยากรณ์ (Prediction) 8) ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating hypothesis) 9) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally) 10) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and controlling variables) 11) ทักษะการทดลอง (Experimenting) 12) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting data and conclusion) สามารถวัดได้จากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยเน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ และมุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักศึกษา ค้นคว้าหาความรู้และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองอย่างมีเหตุผลโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้สอนมีหน้าที่จัดบรรยากาศการสอนให้เอื้อต่อการเรียนรู้ ซึ่งมีขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนตามแนวทางของ สสวท. (สสวท, 2546: 219-220) คือ 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) 4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) 5) ขั้นประเมิน (Evaluation)

เทคนิคและวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง กลวิธีต่างๆ ที่ใช้เสริมกระบวนการสอน ขั้นตอนการสอน หรือการกระทำต่างๆ ในการสอนให้มีประสบการณ์จากการเรียนรู้ด้วยตนเองมากที่สุด โดยอาศัยแนวทางการให้เหตุผล การค้นพบ และใช้การทดลองตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยครูเป็นผู้ชี้แนะนักเรียนผู้การค้นพบความรู้ด้วยตนเอง

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นกรอบแนวคิดในการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1.1 ความหมายและความสามารถที่แสดงออกถึงการมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานระดับประถมศึกษา

1.3 การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1.4 การวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

2.1 ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้

2.2 ทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐานในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

2.3 ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้

2.4 รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

2.5 ระดับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

2.6 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 งานวิจัยในประเทศ

3.2 งานวิจัยต่างประเทศ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ความหมายและความสามารถที่แสดงออกถึงการมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือกระบวนการทางความคิด กระบวนการทางปัญญา เป็นลักษณะที่ใช้อธิบายลักษณะทั่วไปของการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งทำให้ผู้เรียนเรียนรู้และเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์ใหม่และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ ทักษะเหล่านี้ช่วยให้ผู้เรียนสามารถขยายแนวความคิดจากข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้ (Small idea) และเชื่อมโยงข้อมูลเหล่านั้นเพื่ออธิบายแนวคิดโดยภาพรวม (Big idea) ของปรากฏการณ์ต่างๆ ได้อย่างมีเหตุผล (สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ, 2551: 28) นอกจากนี้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ยังเป็นทักษะทางสติปัญญาที่นักวิทยาศาสตร์และผู้ที่มีแนวโน้มวิธีการทางวิทยาศาสตร์ใช้ในการแก้ปัญหา การศึกษาค้นคว้าและการสืบเสาะหาความรู้ (วรรณทิพา รอดแรงคำ และ พิมพันธ์ เฉชะคุปต์, 2542: 3)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็นทักษะขั้นพื้นฐานจำนวน 8 ทักษะ ได้แก่ 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการวัด 3) ทักษะการคำนวณ 4) ทักษะการจำแนกประเภท 5) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 6) ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปกและสเปกกับเวลา 7) ทักษะการลงความเห็นของข้อมูล และ 8) ทักษะการพยากรณ์และทักษะขั้นผสมหรือขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ ได้แก่ 1) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 2) ทักษะการตั้งสมมติฐาน 3) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 4) ทักษะการทดลอง และ 5) ทักษะการตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป (สุวิทย์ มูลคำ, 2547: 38-41) โดยมีรายละเอียดของแต่ละทักษะ ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต (Observation) หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัส อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ โดยไม่ลงความเห็นของผู้สังเกต

ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะแล้ว คือ 1) ชีบ่งและบรรยายลักษณะเชิงคุณภาพ โดยใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน 2) บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุโดยการกะประมาณได้ และ 3) บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. ทักษะการวัด (Measurement) หมายถึง ความสามารถในการใช้เครื่องมือวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง ความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมืออย่างเหมาะสม และความสามารถในการอ่านค่าที่ได้จากการวัดได้ถูกต้องรวดเร็วและใกล้เคียงกับความจริงพร้อมทั้งมีหน่วยกำกับเสมอ

ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะแล้ว คือ 1) เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด 2) บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้ 3) บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้อย่างถูกต้อง 4) วัดปริมาณต่างๆ เช่น ความกว้าง ความยาว ความสูง อุนหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก ได้อย่างถูกต้อง และ 5) ระบุหน่วยของตัวเลขจากการวัดได้

3. ทักษะการคำนวณ (Using numbers) หมายถึง ความสามารถในการบวก ลบ คูณ หหาร หรือจัดกระทำกับตัวเลขที่แสดงค่าปริมาณของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง โดยตรงหรือจากแหล่งอื่น ตัวเลขที่คำนวณนั้นต้องแสดงค่าปริมาณในหน่วยเดียวกัน ตัวเลขใหม่ที่ได้จากการคำนวณจะช่วยให้สื่อความหมายได้ตรงตามที่ต้องการและชัดเจนยิ่งขึ้น

ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะแล้ว คือ 1) สามารถนับจำนวนสิ่งของหรือเหตุการณ์ได้อย่างถูกต้องและใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้ และ 2) บอกวิธีคำนวณได้ คิดคำนวณได้อย่างถูกต้อง และแสดงวิธีคำนวณได้

4. ทักษะการจำแนกประเภท (Classification) หมายถึง ความสามารถในการจัดจำแนกหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งๆ อยู่ในปรากฏการณ์ต่างๆ ออกเป็นหมวดหมู่โดยมีเกณฑ์ในการจัดจำแนกเกณฑ์ดังกล่าว โดยอาจใช้ ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ โดยจัดสิ่งที่มีสมบัติบางประการร่วมกันให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน

ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะแล้ว คือ 1) เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้ และ 2) บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

5. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing data and communication) หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นมา จัดกระทำใหม่โดยวิธีการต่างๆ เช่น การจัดเรียงลำดับ การแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจมากขึ้น อาจนำเสนอในรูปแบบของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ กราฟ สมการ เป็นต้น

ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะแล้ว คือ 1) เลือกรูปแบบการนำเสนอข้อมูลได้อย่างเหมาะสม 2) บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบนำเสนอข้อมูลได้ 3) ออกแบบการนำเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกได้ 4) เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่ายขึ้น 5) บรรยายลักษณะของสิ่งใดๆ ด้วยข้อความที่เหมาะสมกะทัดรัดจนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ และ 6) บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสถานที่จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6. ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซและสเปซกับเวลา (Space/space Relationship and Space/Time Relationship) หมายถึงความสามารถหรือความชำนาญ ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติของวัตถุกับวัตถุและมิติของวัตถุกับเวลาได้แก่รูปหนึ่งมิติ สองมิติและสามมิติ รวมถึงความสามารถในการระบุรูปร่างและรูปคลี่ได้

ความสามารถในการทำกิจกรรมต่อไปนี้ได้ 1) ชีบ่งภาพ 2 มิติ และ 3 มิติ เช่น เมื่อนำภาพหรือวัตถุรูปร่างต่างๆ แผ่นกระดาษสี่เหลี่ยม แผ่นกลม แผ่นสามเหลี่ยม ลูกแก้ว ลูกเต๋า กลองชอล์ก เหล่านี้เป็นต้น นักเรียนสามารถชีบ่งได้ว่าสิ่งใดมี 2 มิติและสิ่งใดมี 3 มิติ 2) บอกความสัมพันธ์ระหว่างทิศทางของวัตถุหรือสถานที่ต่าง ๆ เช่น เมื่อนักเรียนดูแผนผังของสวนสัตว์คู่สัตแล้ว นักเรียนสามารถบอกได้ว่า ถ้าเรายืนอยู่ตรงประตูด้านทิศตะวันตกของสวนสัตว์ และต้องการจะไปดูยีราฟ จะต้องเดินทางไปทางซ้ายหรือทางขวาของตำแหน่งที่ยืนอยู่ 3) บอกตำแหน่งหรือทิศทางของวัตถุหรือสถานที่ต่างๆ เช่น เมื่อนักเรียนดูแผนผังของสวนสัตว์คู่สัต ตรงทางเข้าประตูสวนสัตว์ด้านหนึ่ง นักเรียนสามารถบอกได้ว่า ขณะนี้นักเรียนยืนอยู่ตำแหน่งใดในแผนผังนั้น และ 4) บอกตำแหน่งซ้ายหรือขวาของภาพที่เกิดจากการวางวัตถุไว้หน้ากระจกเงา เช่น ถ้านักเรียนผูกผ้ากับข้อมือข้างขวาไว้แล้วไปยืนหน้ากระจกเงา นักเรียนสามารถบอกได้ว่าภาพของนักเรียนในกระจกเงานั้นมีผ้าผูกข้อมือข้างใดไว้ เป็นต้น

7. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึง ความสามารถในการอธิบายข้อมูลที่มีอยู่อย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย ข้อมูลที่มีอยู่อาจได้มาจากการสังเกต การวัด การทดลอง คำอธิบายนั้นได้มาจากความรู้หรือประสบการณ์เดิมของผู้สังเกตที่พยายามโยงบางส่วนที่เป็นความรู้หรือประสบการณ์เดิมให้มาสัมพันธ์กับข้อมูลที่ตนเองมีอยู่

ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะแล้วคือ อธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มเติมความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมได้

8. ทักษะการพยากรณ์ (Prediction) หมายถึง ความสามารถในการทำนายหรือคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ หรือความรู้ที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการทำนาย การทำนายอาจทำได้ภายในขอบเขตข้อมูล (Interpolating) หมายถึง การคาดคะเนคำตอบหรือค่าของข้อมูลที่อยู่ภายในขอบเขตข้อมูลที่สังเกตหรือวัดได้และภายนอกขอบเขตข้อมูล (Extrapolating) หมายถึง การคาดคะเนคำตอบหรือค่าของข้อมูลที่มากกว่าหรือน้อยกว่าขอบเขตข้อมูลที่สังเกตหรือวัดได้

ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะแล้วคือ 1) การพยากรณ์ทั่วไป ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้ และ 2) การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้ และทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating hypothesis) หมายถึง ความสามารถในการให้คำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลอง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเป็นจริงในเรื่องนั้นๆ ต่อไป สมมติฐานเป็นข้อความที่แสดงการคาดคะเน ซึ่งอาจเป็นคำอธิบายของสิ่งที่ไม่สามารถตรวจสอบโดยการสังเกตได้ หรืออาจเป็นข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ที่คาดคะเนว่าจะเกิดขึ้นระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม ข้อความของสมมติฐานนี้สร้างขึ้นโดยอาศัยการสังเกตความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน การคาดคะเนคำตอบที่คิดล่วงหน้านี้ยังไม่ทราบ หรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน ข้อความของสมมติฐานต้องสามารถทำการตรวจสอบโดยการทดลองและแก้ไขได้เมื่อมีความรู้ใหม่

ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะแล้วคือ หากคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิม

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally) หมายถึง ความสามารถในการกำหนดความหมายและขอบเขตของคำ หรือตัวแปรต่างๆ ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตและวัดได้ คำนิยามเชิงปฏิบัติการ เป็นความหมายของคำศัพท์เฉพาะ เป็นภาษาง่ายๆ ชัดเจน ไม่กำกวม ระบุสิ่งที่สังเกตได้ และระบุการกระทำซึ่งอาจเป็น การวัด การทดสอบ การทดลอง ไว้ด้วย

ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะแล้ว คือ กำหนดความหมายและขอบเขตของคำศัพท์หรือตัวแปรต่างๆ ที่สามารถสังเกตและวัดได้

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and controlling variables) หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง การควบคุมตัวแปรนั้น เป็นการควบคุมสิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนถ้าหากว่าไม่ควบคุมให้เหมือนกัน

ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะแล้ว คือ ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

12. ทักษะการทดลอง (Experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ 1) การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนดวิธีการดำเนินการทดลอง ซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร และวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการทดลอง 2) การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง และ 3) การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลของการสังเกต การวัด และอื่นๆ

ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะแล้ว คือ 1) กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้ 2) วางแผนการทดลอง โดยระบุขั้นตอน อุปกรณ์ เครื่องมือ และสารเคมีที่ต้องใช้ได้ 3) ปฏิบัติการตามแผนที่วางไว้ได้จนสำเร็จ และ 4) บันทึกผลการทดลองที่ได้ถูกต้องและเที่ยงตรง

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting data and conclusion) หมายถึง ความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลที่ได้จัดกระทำ และอยู่ในรูปแบบที่ใช้ในการสื่อความหมายแล้ว ซึ่งอาจอยู่ในรูปตาราง กราฟ แผนภูมิหรือรูปภาพต่างๆ รวมทั้งความสามารถในการ

บอกความหมายข้อมูลในเชิงสถิติด้วย และสามารถลงข้อสรุปโดยการเอาความหมายของข้อมูลที่ได้ทั้งหมด สรุปให้เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ต้องการศึกษาภายในขอบเขตของการทดลองนั้นๆ

ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะแล้ว คือ 1) แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้ และ 2) สรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการทดลองและเปรียบเทียบกับข้อมูลของผู้อื่นได้

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 12 ทักษะ ซึ่งเป็นขั้นพื้นฐานทุกทักษะ ยกเว้นทักษะความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา และทักษะขั้นสูงหรือขั้นบูรณาการทุกทักษะ โดยสาเหตุที่ไม่ศึกษาทักษะความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา เนื่องจากการวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางและหลักสูตรสถานศึกษาแล้วพบว่าทักษะสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา เป็นทักษะที่นำไปสอดแทรกในกิจกรรมการเรียนรู้ได้น้อย ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงมิได้ทำการพัฒนาทักษะดังกล่าว

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ระดับประถมศึกษา

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กล่าวถึงการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ว่า “ผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์ และศาสตร์อื่นๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาความคิด ทั้งความคิดที่เป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ” (สสวท., 2551: 1) การศึกษาระบบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นสาระที่มีกระบวนการและขั้นตอนในการศึกษาประเด็นวิทยาศาสตร์ กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนมักต้องมีการคิดวิเคราะห์ประเด็นต่างๆ เป็นหลัก โดยจะเริ่มจากการทำความเข้าใจประเด็นปัญหาหรือคำถาม โดยที่เด็กต้องทำความเข้าใจกับสถานการณ์นั้นอย่างถ่องแท้ ซึ่งในทุกสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การทำความเข้าใจมักจะเริ่มด้วยการคิดวิเคราะห์ว่ามืองค์ประกอบใดบ้างที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้นๆ ไม่เพียงแต่ความรู้ที่เกิดขึ้นในห้องเรียน การพัฒนาและปลูกฝังทักษะการคิดวิเคราะห์ให้เด็กจะสามารถทำให้เกิดความเข้าใจเรื่องราวที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน และใช้ความเป็นเหตุและผลในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้อีกด้วย ซึ่งกระทรวงศึกษาธิการ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2553: 17-19) ได้กำหนดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละระดับชั้นของนักเรียนชั้นประถมศึกษา มีพัฒนาการเป็นลำดับ ดังนี้

นักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 สามารถตั้งคำถาม บรรยายคำถามด้วยคำพูดและเขียนเกี่ยวกับคำถาม สามารถตรวจสอบคำถาม และรวบรวมพยานหลักฐานจากการสังเกตการสังเกตจะมีรายละเอียดมากขึ้นและมีความสัมพันธ์กับคำถามที่มีอยู่ สามารถบันทึกข้อมูลในสิ่งที่สังเกตและจากประสบการณ์ นักเรียนควรได้รับโอกาสในการฝึกทักษะเหล่านี้โดยผ่านการสำรวจตรวจสอบในห้องเรียน ควรได้รับโอกาสในการมองหาพยานหลักฐาน และสังเกตแบบแผนที่เกิดขึ้น การอภิปรายในชั้นเรียนเพื่อแลกเปลี่ยนพยานหลักฐานและความคิดควรไปด้วยกันกับการสำรวจตรวจสอบเพื่อให้นักเรียนได้ใช้ความสามารถที่เกิดขึ้นในการทบทวนความคิดที่ตั้งอยู่บนพยานหลักฐานใหม่ เรื่องราวต่างๆ ที่เกี่ยวกับนักวิทยาศาสตร์สามารถช่วยให้นักเรียนในระดับนี้เรียนรู้ว่านักวิทยาศาสตร์มีความคิดสร้างสรรค์และมีความอยากรู้อยากเห็น เรียนรู้ร่วมกันและแลกเปลี่ยนความคิดของกันและกัน โดยผ่านเรื่องราวที่ปรากฏ

นักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 สามารถพัฒนาความสามารถในการออกแบบและดำเนินการสำรวจตรวจสอบเพื่อตอบคำถามที่ตั้งไว้ควรได้รับการกระตุ้นในการวาดภาพสิ่งที่สังเกตได้และสื่อความหมายความคิดจากสิ่งที่สังเกต ควรได้รับคำแนะนำในการใช้การสังเกตเพื่อสร้างคำอธิบายที่มีเหตุผลในการตอบคำถาม การอ่านและการอภิปรายเรื่องราวต่างๆ ว่าวิทยาศาสตร์คืออะไร และวิทยาศาสตร์ทำงานอย่างไร เหล่านี้ล้วนเป็นกลวิธีที่มีประสิทธิภาพที่จะทำให้นักเรียนเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และสามารถช่วยนำเสนอแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ใหม่ๆ ด้วย

นักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ในระดับนี้ครูสามารถสร้างความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ รอบตัว โดยการให้นักเรียนตั้งคำถามที่สามารถตอบได้โดยการใช้ฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการสังเกต สามารถทำงานในกลุ่มแบบร่วมมือเพื่อทำการสำรวจตรวจสอบที่เริ่มต้นจากคำถามและกระบวนการที่นำไปสู่การค้นหาข้อมูลและการสื่อความหมายเกี่ยวกับคำตอบของคำถามนั้นๆ ครูควรเน้นให้นักเรียนสังเกตอย่างละเอียดถี่ถ้วนและสร้างคำบรรยายและคำอธิบายจากสิ่งที่สังเกต

นักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ควรได้รับโอกาสที่จะพัฒนา และทำการทดลองอย่างง่าย ๆ ที่มีกรเปลี่ยนแปลงตัวแปรเพียงตัวแปรเดียวในแต่ละครั้งที่ทำการทดลอง อาจต้องการคำแนะนำบ้างในการทดลอง ครูจึงควรเข้าไปมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่จะช่วยให้เหตุผลเกี่ยวกับการสังเกต การสื่อความหมายกับคนอื่น ๆ และวิจารณ์การทำงานของตนเองและของคนอื่นๆ โดยผ่านกิจกรรมที่ลงมือปฏิบัติการทดลองและการอภิปราย สามารถเรียนรู้ถึงความแตกต่างระหว่างกร

สังเกตและการลงความคิดเห็น (การตีความหมายถึงสิ่งที่สังเกตได้) ขณะที่สำรวจตรวจสอบคำถาม ต้องการคำแนะนำในการค้นหาแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้และบูรณาการข้อมูลเหล่านั้นกับการสังเกตของตนเอง

นักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ต้องการคำแนะนำในการพัฒนาและนำการสำรวจตรวจสอบไปใช้ การสำรวจตรวจสอบนี้ต้องทันสมัยและแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างการอธิบายและพยานหลักฐานที่มีกิจกรรมที่ทำให้คำถามชัดเจนช่วยให้เกิดการพัฒนาความสามารถในการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถทดสอบได้ ควรได้รับโอกาสในการตีความหมายข้อมูลและคิดวิจารณ์ว่าใช่หรือไม่ที่พยานหลักฐานสนับสนุนหรือไม่สนับสนุนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

นักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เน้นการสำรวจตรวจสอบที่ทำหายคำอธิบายและความเข้าใจในปัจจุบัน นักเรียนในระดับนี้ควรดำเนินการสำรวจตรวจสอบที่เน้นการหาคำอธิบายของคำถาม การสำรวจตรวจสอบเหล่านี้จะพัฒนานักเรียนในเรื่องทักษะการสังเกต การทดสอบความคิด การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง การมองหาแบบแผนของข้อมูล การสื่อความหมายและการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับคนอื่น ๆ

ทั้งนี้จากที่กล่าวข้างต้น นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาความรู้วิทยาศาสตร์ที่เป็นพื้นฐานเบื้องต้นให้เด็กในการค้นคว้า ข้อเท็จจริงและแก้ปัญหาต่างๆ ต่อไปและเพื่อเป็นเครื่องมือในการสื่อความหมาย เข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติตลอด จนรู้เท่าทันเทคโนโลยี เพื่อให้สามารถปรับปรุงแก้ไขความเป็นอยู่ของตนเองให้ดีขึ้น นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ต้องอยู่บนพื้นฐานของเหตุผล รวมถึงความสัมพันธ์ต่างๆ ตามข้อมูลเชิงประจักษ์ที่รวบรวมได้จากการสำรวจตรวจสอบ ซึ่งการให้เหตุผลเชิงวิเคราะห์นั้นเด็กต้องสามารถนำข้อมูลเหล่านั้นมาจำแนก วิเคราะห์ ลงความเห็นและทำนาย การอธิบายคือหนทางที่เรียนรู้สิ่งใหม่โดยการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่รู้อยู่แล้วกับสิ่งที่สังเกตได้ เด็กสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองโดยอาศัยประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมเชื่อมโยงเข้ากับความรู้ใหม่ หรือข้อมูลใหม่ที่ได้รับโดยที่เด็กต้องสืบค้น สำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้เกิดความเข้าใจและการรับรู้ที่มีความหมาย จึงสามารถสร้างองค์ความรู้เก็บไว้ในสมองได้ยาวนาน เด็กมีทักษะกระบวนการคิดควบคู่ไปกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาหรือใช้ในการสร้างความรู้ ซึ่งมีทั้งทักษะทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน จำนวน 8 ทักษะและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานจำนวน 5 ทักษะ เด็กมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ นั่นคือ ความรู้สึกรักที่มีต่อวิทยาศาสตร์ในทางบวก คือ ชอบ สนใจอยากรู้ในสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เด็กมีทักษะ

ทางสังคมในการทำงานร่วมกัน การระดมความคิดร่วมกัน มีความสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน ให้ความช่วยเหลือกัน ให้กำลังใจซึ่งกันและกัน รับฟังความคิดเห็นของกันและกัน เด็กมีกระบวนการทำงานของสมองที่เป็นระบบมากขึ้นและมีเหตุและผลในการจัดการความรู้อย่างเป็นระบบนำทักษะการคิดวิเคราะห์ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ เช่น การวิเคราะห์ข่าวสารต่างๆ หรือเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน เพื่อวิเคราะห์ถึงสาเหตุหรือปัจจัยต่างๆ ที่เกิดขึ้น

จากการกำหนดสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมในระดับชั้นประถมศึกษามุ่งเน้นให้นักเรียนได้ทำโครงการวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องผ่านการเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การศึกษาเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง นำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการออกแบบ วางแผน การลงมือปฏิบัติการทดลอง ตามที่ได้วางแผนไว้ การบันทึกผลการทดลอง การแปลความหมายข้อมูลและสรุปผลตามข้อมูลที่ได้จากการทดลอง โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ สืบเสาะหาความรู้ สำรวจตรวจสอบ สืบค้นข้อมูล อภิปราย บันทึก จัดกลุ่มข้อมูล เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถนำเสนอสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ เห็นคุณค่าของการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ ดังนี้

1. ชี้นำและอธิบายลักษณะของวัตถุหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ โดยใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างได้
2. เลือกเครื่องมือ บอกเหตุผลการเลือกเครื่องมือ อธิบายวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือทำการวัดและระบุหน่วยในการวัดได้ถูกต้อง
3. ระบุเกณฑ์ แบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองและเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้
4. มีความรู้เกี่ยวกับการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ และมิติกับเวลา
5. นับจำนวนของวัตถุ และการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หหาร หรือหาค่าเฉลี่ย
6. นำผลการสังเกต การวัด การทดลองจากแหล่งต่าง ๆ โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลดียิ่งขึ้น

7. สรุปความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผลโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. ทำนายผลที่เกิดขึ้นกับข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ ทฤษฎี ได้ทั้งในและนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

9. ตั้งสมมติฐานได้

10. กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการได้

11. เข้าใจความหมายของตัวแปร กำหนดและควบคุมตัวแปร กำหนดตัวแปรต่างๆ จากสมมติฐาน เปรียบเทียบความแตกต่างของตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้

12. เข้าใจประเภทและกระบวนการทดลอง ออกแบบ ลงมือปฏิบัติและบันทึกผลการทดลองได้

13. แปลความหมาย บรรยายลักษณะ และสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลและลงข้อสรุปได้

14. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ให้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการ (Process skill) ทักษะกระบวนการเป็นทักษะที่เกี่ยวข้องกับวิธีดำเนินการต่างๆ ซึ่งอาจเป็นกระบวนการทางสติปัญญา เช่น กระบวนการสืบสอบแสวงหาความรู้ หรือกระบวนการคิดต่างๆ อาทิ การคิดวิเคราะห์ การอุปนัย การใช้เหตุผล การสืบสอบ การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นต้น หรืออาจเป็นกระบวนการทางสังคม เช่น กระบวนการทำงานร่วมกัน เป็นต้น ปัจจุบันการศึกษาให้ความสำคัญกับเรื่องนี้มาก เพราะถือเป็นเครื่องมือสำคัญในการดำรงชีวิต ซึ่งสามารถจัดการเรียนรู้ได้ดังนี้

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนแบบโครงงาน เป็นการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียน ได้ศึกษาค้นคว้าและลงมือปฏิบัติกิจกรรม ตามความสนใจ ความถนัดและความสามารถของตนเองซึ่งอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการอื่นๆ ที่เป็นระบบไปใช้ในการศึกษาค้นหาคำตอบในเรื่องนั้นๆ ภายใต้คำแนะนำ ปรีกษา และความช่วยเหลือจากผู้สอนหรือผู้เชี่ยวชาญ เริ่มตั้งแต่การเลือกเรื่องหรือหัวข้อที่จะศึกษา การวางแผน การดำเนินงานตามขั้นตอนที่กำหนด ตลอดจนการนำเสนอผลงาน ซึ่งในการจัดทำโครงงานนั้นสามารถทำได้ในทุกระดับชั้น อาจเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม จะกระทำในเวลาเรียนหรือนอกเวลาเรียนก็ได้

เมื่อผู้เรียนเรียนรู้ด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว จะเกิดลักษณะที่สอดคล้องกับการสอนวิทยาศาสตร์แบบ โครงงาน (project-based science instruction : PIBI) (Berenfeld, 1994; NRC, 1996) ดังนี้

1. สามารถกำหนดและตั้งคำถามงานวิจัยได้
2. สามารถกำหนดสมมติฐานการวิจัยได้
3. สามารถกำหนดตัวแปรที่สามารถวัดค่าเชิงคุณภาพหรือปริมาณได้
4. สามารถออกแบบวิธีการสำรวจผลการวิจัยได้
5. ปฏิบัติการเพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัยได้
6. บันทึกวิเคราะห์และตีความข้อมูลได้
7. สามารถสรุปผลจากข้อมูลได้
8. นำเสนอข้อมูลในรูปแบบการบรรยาย (oral presentation) หรืองานเขียน (writing presentation) ได้

ผู้เรียนที่เรียนแบบโครงการต้องมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามระดับความรู้พื้นฐาน และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่เพื่อวางแผนการทดลองและจัดการเวลาสำหรับโครงการที่ผู้เรียนสนใจ ได้ (Colly, 2006) นอกจากการสอนแบบโครงการแล้ว ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ยังนำมาใช้ ในการเรียนการสอนแบบอื่นๆ เช่น การสืบเสาะเพื่อหาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (scientific inquiry) การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (problem-based learning : PBL) เป็นต้น

การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกม

พินช์ ทองชุมนุม (2547: 227) ได้กล่าวถึงการใช้เกมเพื่อประกอบการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ ว่า นักเรียนในระดับประถมศึกษา เป็นวัยที่กำลังสนุกสนานกับการเล่นชอบการแข่งขันทั้งในส่วน บุคคลและหมู่คณะ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียน ได้ใช้ความสามารถที่มีอยู่ แสดงออกถึงเล่นถึงเรียน จะก่อให้เกิดประโยชน์กับการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งทางตรงและทางอ้อม ทำให้บรรยากาศการเรียนการสอนเป็นไปด้วยความสนุกสนานไม่เคร่งเครียด เกมจึงจัดเป็นสื่อ ประเภทหนึ่งที่สามารถใช้ประกอบการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพสอดคล้องกับ คุณทธิ เพ็ชรทวีพรเดช และคณะ (2552: 161) กล่าวถึงวิธีสอน โดยใช้เกมว่า เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้สอน ใช้ เกมเป็นเครื่องมือประกอบ การเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนมีความสนุกสนาน นำเรียน นำสนใจ และเป็นการส่งเสริมให้เกิดความรู้ พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พัฒนาความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ มีโอกาสแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ เรียนรู้ร่วมกับผู้อื่น โดยมีการกำหนด เนื้อหาของเกม พฤติกรรมการเล่น วิธีการเล่น และผลการเล่นเกมมาใช้ ในการอภิปรายเพื่อหา ข้อสรุปการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ ใหม่ด้วยตนเอง โดยผ่านกระบวนการคิดและปฏิบัติ และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ ซึ่งปัจจุบันเป็นที่ยอมรับว่าวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (inquiry-based instruction) เป็นวิธีที่ เหมาะสมที่สุดสำหรับการสอนเพื่อให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Bybee et al., 2006) สำหรับวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยในปัจจุบันเป็นแบบให้ผู้เรียนสร้างความรู้ได้ด้วย ตนเอง (constructivism) โดยการสืบเสาะหาความรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้อ BSCS 5E (5E learning model) ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ การวางแผน (engage) การสำรวจ (explore) การอธิบาย (explain) การขยายความรู้ (elaborate) และการประเมิน (evaluate) (BSCS, 2006) จากการสอนแบบ BSCS 5E จะเห็นได้ว่าการสอนแบบสืบเสาะตามรูปแบบ BSCS 7E แสดงดังตารางที่ 1 ซึ่งช่วยให้

ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในทุกๆ ขั้นตอนจนสามารถขยายผลเพื่อเป็นความรู้หรือประสบการณ์พื้นฐานในการเรียนรู้ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องได้นอกจากนี้ยังมีการขยายรูปแบบการเรียนรู้แบบ BSCS 5E เป็น 7E โดยเพิ่มเติมขั้นตอนก่อนการวางแผนคือ การสำรวจความเข้าใจเดิม (elicit) และขั้นตอนสุดท้ายหลังจากการประเมินคือ การขยายผลจากการประเมิน (extend) Eisenkraft (2003) ตัวอย่างของการเรียนการสอนแบบ 7E ในบทเรียนเรื่อง “เข็มขัดนิรภัย” แสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามรูปแบบ BSCS 5E

ขั้นตอน	วิธีการโดยสรุป
การวางแผน	ผู้สอนจัดกิจกรรมหรือเหตุการณ์ในระยะเวลาสั้นๆ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้ อยากเห็น และเพื่อให้ผู้เรียนแสดงความรู้เดิมออกมา กิจกรรมดังกล่าวควรเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์เดิมและสิ่งที่ผู้เรียนกำลังเรียนรู้ ผู้เรียนต้องใช้ความรู้เดิมที่มี และจัดเรียงความคิดใหม่ด้วยตนเอง เพื่อให้ได้คำตอบของกิจกรรมที่กำลังปฏิบัติอยู่
การสำรวจ	ผู้สอนจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้ผู้เรียนสำรวจปัญหาหรือประเด็นที่ผู้เรียนอยากรู้เพื่อให้ทราบถึงความเข้าใจคลาดเคลื่อน (misconception) กระบวนการ และทักษะที่ต้องใช้รวมถึงการเปลี่ยนแปลงแนวคิดต่างๆ ผู้เรียนอาจทำกิจกรรมปฏิบัติการต่างๆ เพื่อให้สามารถดึงความรู้เดิมไปสร้างแนวคิดใหม่ๆ สำรวจปัญหาหรือคำถามที่ตั้งขึ้น ออกแบบ และหาวิธีตอบคำถามเบื้องต้น
การอธิบาย	ผู้สอนจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนวิเคราะห์ แสดงความรู้ที่ได้มาจากขั้นตอนการวางแผนและการสำรวจ รวมถึงแสดงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมทางวิทยาศาสตร์ ขั้นตอนนี้เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้สอนได้นำเสนอความรู้ กระบวนการ และทักษะใหม่ได้โดยตรงด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การบรรยาย การสาธิต เป็นต้น ซึ่งทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาที่ผู้สอนต้องการได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และสามารถเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งและสำคัญ นอกเหนือไปจากความรู้ในหลักสูตร
การขยายความรู้	ผู้สอนจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ทำทนายผู้เรียนให้สามารถขยาย เพิ่มเติม หรือเติมเต็มความเข้าใจในเนื้อหาและทักษะต่างๆ ได้ จากความรู้ใหม่ที่ได้ในขั้นตอนการอธิบาย ทำให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาความรู้ความเข้าใจลึกซึ้งและกว้างขวาง มีข้อมูลมากขึ้น และมีทักษะที่เพียงพอ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในกิจกรรมเพิ่มเติมอื่นๆ ได้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ขั้นตอน	วิธีการโดยสรุป
การประเมิน	ผู้สอนจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ทำให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ วิพากษ์ และอภิปรายซักถามซึ่งกันและกัน เพื่อให้ผู้เรียนตรวจสอบความเข้าใจด้วยตนเองได้ และเพื่อให้ผู้สอนสามารถประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนของผู้เรียนให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ที่กำหนดไว้
ที่มา: Bybee <i>et al.</i> (2006)	

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามรูปแบบ 7E (Eisenkrafe, 2003)

ขั้นตอน	ตัวอย่างการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ แบบ Eisenkarft's 7E เรื่อง “เข็มขัดนิรภัย”
การสำรวจ ความเข้าใจเดิม	ครูถามนักเรียนว่า “สมมติว่านักเรียนต้องออกแบบเข็มขัดนิรภัยสำหรับรถแข่งความเร็วสูง นักเรียนคิดว่าเข็มขัดนิรภัยต้องมีความแตกต่างจากเข็มขัดนิรภัยในรถยนต์อื่นๆ อย่างไร” ขอบให้นักเรียนเขียนสรุปคำตอบที่นักเรียนคิดและเปรียบเทียบกับเพื่อนๆ ที่นั่งข้างๆ และครูจะขอบให้นักเรียนบางคนอ่านคำตอบให้เพื่อนๆ ทั้งห้องฟัง (ขั้นตอนนี้ใช้เวลา 5 – 10 นาทีของเวลาเรียนทั้งหมด)
การวางแผน (1)	นักเรียนหาความสัมพันธ์ระหว่างอุบัติเหตุทางรถยนต์ที่ผู้พบเห็นบอกเล่าในภาพยนตร์หรือเหตุการณ์ในชีวิตจริง
การสำรวจ (1)	เริ่มจากนักเรียนทดลองสร้างรูปปั้นคนจากดินเหนียววางลงในรถยนต์ที่ครูจัดให้ จากนั้นนำรถยนต์ชนกับกำแพงและตรวจสอบการชนกำแพงของรถและรูปปั้นคน
การอธิบาย (1)	ครูอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่นักเรียนเห็นตามกฎข้อที่ 1 ของนิวตัน กล่าวว่า “วัตถุจะรักษาพอยุ่นิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ในแนว เส้นตรง นอกจากจะมีแรงลัพธ์ที่มีค่าไม่เท่ากับศูนย์มากระทำต่อวัตถุนั้น”
การวางแผน (2)	นักเรียนดูวิดีโอเรื่อง “การทดสอบการชนของรถยนต์” เพิ่มเติม
การสำรวจ (2)	ครูถามนักเรียนว่า ทำอย่างไรนักเรียนถึงช่วยให้รูปปั้นคนไม่ได้รับการบาดเจ็บจากการชนกำแพงนักเรียนหรือครูเสนอแนะว่า รูปปั้นคนต้องการเข็มขัดนิรภัยสำหรับการทดลองชนกำแพงซ้ำอีกครั้ง นักเรียนใช้ลวดบางๆ ทำเข็มขัดนิรภัยและผูกรูปปั้นคนเข้ากับรถยนต์ก่อนการชนกำแพงหลังจากการทดลองเสร็จสิ้นนักเรียนพบว่าเข็มขัดนิรภัยจากลวดสามารถป้องกันไม่ให้รูปปั้นคนชนกับกำแพงแต่ลวดได้เ็นดินเหนียวเข้าไปครึ่งหนึ่งของตัวรูปปั้นคน

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

ขั้นตอน	ตัวอย่างการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ แบบ Eisenkarft's 7E เรื่อง “เข็มขัดนิรภัย”
การอธิบาย (2) ขั้นตอน	นักเรียนคิดว่าต้องสร้างเข็มขัดนิรภัยให้กว้างกว่าเดิม ครูอธิบายเพิ่มเติมเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความดัน แรงและพื้นที่
การขยายความรู้	นักเรียนสามารถสร้างเข็มขัดนิรภัยที่ดีกว่าเดิม และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงต่างๆ และกฎข้อแรกของนิวตันได้
การประเมิน	ครูขอให้นักเรียนออกแบบเข็มขัดนิรภัยสำหรับรถแข่งที่มีความเร็ว 250 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และเปรียบเทียบกับเข็มขัดนิรภัยที่รถแข่ง NASCAR ใช้
การขยายผล	ครูทำทนายให้นักเรียนสำรวจการทำงานของถุงลมนิรภัยและเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างระหว่างเข็มขัดนิรภัยและถุงลมนิรภัยครูถามนักเรียนว่า “กลไกการทำงานของถุงลมนิรภัยเป็นอย่างไร ทำไมถุงลมนิรภัยจึงไม่พองตัวออกมาเมื่อได้รับอุบัติเหตุเล็กน้อยแต่พองตัวออกมาเมื่อรถชน ต้นไม้”

ที่มา: Eisenkrafe (2003)

การวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นเป้าประสงค์หลักที่ต้องเกิดในตัวผู้เรียน ทักษะเหล่านี้เป็นส่วนสำคัญของทักษะการคิดซึ่งแสดงถึงผลลัพธ์ (Outcome) ของการศึกษา ช่วยพัฒนาความเข้าใจของผู้เรียน และพัฒนาความสามารถในการระบุหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา และการตัดสินใจ ครูต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะเหล่านี้ ซึ่งการประเมินผลความก้าวหน้า (Formative assessment) ถือเป็นเครื่องมือสำคัญที่จะช่วยให้ครูสามารถส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียนได้ (The Exploratorium and Institute for Inquiry, 2006) ซึ่งแนวทางในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี ดังนี้

1. การใช้กระบวนการสังเกต (Observation) ถือเป็นวิธีที่ครูใช้ในการประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนอยู่แล้วซึ่งวิธีการที่ใช้ในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตนั้น จะเกิดขึ้นในระหว่างที่ผู้เรียนทำการทดลองหรือทำกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีเครื่องมือ

ที่หลากหลาย และแบ่งออกได้หลายแบบ ได้แก่ การสังเกตอย่างไม่เป็นทางการ (Informal observation) การสังเกตที่มีโครงสร้าง (Structured observation) และการสังเกตแบบการเล่าเรื่อง (Narratives)

1.1 การสังเกตอย่างไม่เป็นทางการ (Informal observation form) ครูเป็นผู้สังเกตโดยไม่มีประเด็นที่เฉพาะในการสังเกต ไม่ได้กำหนดบุคคลในการสังเกตที่ชัดเจน เป็นการสังเกตโดยภาพรวมเพื่อการปรับปรุงการเรียนการสอน ผลจากการสังเกต อาจได้ข้อมูลอย่างคร่าวๆ ว่าผู้เรียนมีพฤติกรรมอย่างไร เช่น ชอบทำงานคนเดียว ชอบที่จะให้มีผู้ชี้แนะแนวทาง เป็นต้น

1.2 การสังเกตที่มีโครงสร้าง (Structured observation) ครูเป็นผู้สังเกตโดยมีประเด็นทักษะที่ต้องการสังเกตที่ชัดเจนและเป็นระบบ มีการกำหนดกลุ่มผู้เรียน หรือผู้เรียนในการสังเกตชัดเจนในกรณีงานกลุ่มหรืองานเดี่ยว และหากผู้เรียนมีจำนวนมาก มีการจัดระบบการสังเกต จัดเวลาและหัวข้อในการสังเกตที่ชัดเจน มีแบบสังเกต ผลจากการสังเกต ทำให้ได้ข้อมูลทักษะที่เรียนทั้งรายกลุ่มและรายบุคคล และครูสามารถให้ผลสะท้อนกลับ (Feedback) ไปสู่ผู้เรียนได้

1.3 การสังเกตแบบการเล่าเรื่อง (Narratives) ใช้สังเกตพฤติกรรมหรือทักษะที่ค่อนข้างซับซ้อน เช่น การทำงานกลุ่ม ปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่ม ซึ่งอาจจะไม่สามารถตอบได้ด้วยการ checklist เช่น ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุปร่วมกันทั้งกลุ่ม การบันทึกการสังเกตจะใช้การเขียนบรรยายแบบการเล่าเรื่องราวการทำงานของแต่ละบุคคลในกลุ่ม ซึ่งทำให้ทราบปัญหาของกลุ่มที่ลึกซึ้งจะได้แก้ปัญหามาจัดการเรียนรู้ได้ถูกจุดในบทเรียนต่อไป

2. การใช้คำถาม (Question) สามารถใช้ประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ในรูปแบบที่หลากหลาย เช่นการสัมภาษณ์ (Interview) แบบสอบถามเพื่อประเมินตนเอง (Self-assessment questionnaire) การทดสอบ (Testing) เป็นต้น

2.1 การสัมภาษณ์ (Interview) เป็นวิธีการประเมินที่ต้องใช้เวลาและส่งผลต่อการจัดการชั้นเรียน แต่ก็ยังเป็นวิธีที่มีคุณค่า โดยเฉพาะสำหรับผู้เรียนที่มีลักษณะเฉพาะตัว มีปัญหาในการเรียนรู้ หรือมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ควรพัฒนาอย่างเร่งด่วน ประเด็นที่ใช้ในการสัมภาษณ์เพื่อให้ได้คำตอบที่ทำให้ครูสามารถหาแนวทางในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้เรียน และวิธีการนี้ยังทำให้ผู้เรียนรู้สึกได้ว่าครูให้ความสำคัญและความสนใจ ซึ่งมีส่วนช่วยในการเปลี่ยนแปลงทัศนคติและส่งเสริมการเรียนรู้ อีกทั้งยังเหมาะกับนักเรียนที่มีปัญหาการถ่ายทอดข้อความผ่านการเขียนตอบและเหมาะสำหรับการติดตามพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งวิธีการนี้สามารถ

จัดเป็นการสัมภาษณ์รายกลุ่มหรือรายบุคคลก็ได้ สามารถกระทำได้ทั้งการสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured interview) การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-structured interview) และการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured interview)

2.2 แบบสอบถามเพื่อประเมินตนเอง (Self-assessment questionnaire) เป็นอีกเครื่องมือที่มีประโยชน์สำหรับผู้เรียนในการวิเคราะห์ตนเองว่ามีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร และสามารถใช้ได้ในด้านอื่น เช่น ความรู้ ผลงานที่ตนเองทำเจตคติ ฯลฯ เป็นการสะท้อนความคิดของผู้เรียนที่มีต่อตนเองให้ครูได้รับรู้ สามารถประเมินตนเองว่ามีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละทักษะเป็นอย่างไรและตนเองยังควรต้องพัฒนาปรับปรุงส่วนไหน อย่างไร ครูสามารถใช้ผลจากการประเมินตนเองของผู้เรียนประกอบกับเครื่องมืออื่นๆ ที่ครูใช้ประเมิน อาจทำเป็นแบบสอบถามในรูปแบบคำถามปลายเปิด (Open-ended questions) มาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) และอีกหลากหลายรูปแบบ

2.3 การทดสอบ (Testing) ในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถประเมินได้จากการใช้แบบทดสอบ การประเมินทักษะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงออกถึงสิ่งที่ตนเองรู้มากกว่าการจดจำความรู้ ครูสามารถประเมินนักเรียนในขณะที่ลงมือทำกิจกรรม ซึ่งเมื่อทำการเปรียบเทียบข้อสอบที่เป็นข้อคำถามความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะมีความแตกต่างอยู่ทั้งข้อคำถามและรูปแบบการตอบ

ข้อคำถามสำหรับการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่จำเป็นต้องเป็นแบบทดสอบแบบเขียนตอบหรือปฏิบัติการเท่านั้นแต่สามารถทำได้ในรูปแบบของข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple-choice) ได้เช่นกัน แต่ผู้ประเมินต้องมั่นใจว่าเรื่องที่ถามเกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการตอบ ไม่ใช่แค่เพื่อวัดความรู้ความจำเท่านั้น

3. การประเมินจากผลงานของนักเรียน (Looking at students' work) สามารถใช้ประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยพิจารณาได้จากการตอบคำถามในใบงาน (Worksheet) การเขียนอนุทิน (Journal) ผลงาน โครงงาน ชิ้นงานและการสาธิต (Project, product and demonstration) และแฟ้มสะสมผลงาน (Portfolio) เป็นต้น เครื่องมือต่างๆ เหล่านี้ เป็นสิ่งสำคัญที่ครูจะใช้ในการวิเคราะห์ถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ลงลึกเป็นรายบุคคล และมีประโยชน์เป็นอย่างยิ่งในการจัดการชั้นเรียนแต่ครูผู้สอนต้องมีความทุ่มเทเพราะวิธีการต่างๆ เหล่านี้ มักจะใช้

เวลาในการตรวจ ประเมิน ให้คะแนน ค่อนข้างมากและหากผู้เรียนมีจำนวนมากจะเป็นการเพิ่มภาระงานของครูยิ่งขึ้นไปอีก (The Exploratorium and Institute for Inquiry, 2006; Wendy and Rita, 2000; Wynne, 1999; Oloruntegbe, 2000; Lucille and Jay, 2010; Brian and Stephen, 2006)

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2544: 166-182) ได้จัดการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มี 2 รูปแบบ คือ 1) การประเมินโดยใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (Multiple choice paper and pencil tests) เป็นแบบทดสอบที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เพราะง่ายต่อการวิเคราะห์ผล การประเมินโดยใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบจะเหมาะสำหรับการจัดการความรู้ ความจำในเนื้อหาวิชา ส่วนการวัดทักษะกระบวนการจะนิยมวัดจากสภาพจริงขณะนักเรียนปฏิบัติงาน หรือชิ้นงานของนักเรียน 2) การประเมินพฤติกรรมการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Performance Assessment) เป็นการประเมินการลงมือปฏิบัติการทดลองจริงซึ่งแบบประเมินจะมีหลายชนิด เช่น แบบทดสอบปลายเปิด แบบสอบถาม แบบสังเกตพฤติกรรม แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

โดยสรุปแล้วในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถทำการประเมินผลสรุป (Summative assessment) หรือประเมินผลย่อย (Formative assessment) ก็ได้โดยวิธีการหรือเครื่องมือที่ใช้ สามารถใช้ได้หลากหลาย ซึ่งแต่ละเครื่องมือมีข้อดีและข้อจำกัดเครื่องมือประเมินบางอย่างสามารถแก้ไขข้อจำกัดของอีกเครื่องมือหนึ่งได้ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนสำคัญในการส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียน และยังสามารถใช้ทักษะเหล่านี้ในชีวิตประจำวันซึ่งถือเป็นประโยชน์แก่ผู้เรียนเป็นอย่างมาก ดังนั้นในฐานะครูผู้สอนเป็นส่วนสำคัญในความเจริญก้าวหน้าของผู้เรียนจึงควรตระหนักและให้คุณค่าต่อการส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียนควบคู่ไปกับการให้ความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

“Inquiry” หรือ “Enquiry” ตามความหมายในพจนานุกรมแปลว่า การได้ส่วนหรือการสืบเสาะหาอธิบายให้ละเอียดมากขึ้นจะหมายถึง การสืบเสาะหาข้อเท็จจริง สารสนเทศ และความรู้ โดยการตั้งคำถามมนุษย์ทุกคนมีกระบวนการสืบเสาะหาข้อเท็จจริงนับตั้งแต่เกิดจนตาย กระบวนการสืบเสาะหาข้อเท็จจริงเริ่มต้นจากการรวบรวมข้อมูลและสารสนเทศ ผ่านการรับรู้ของมนุษย์ด้วยวิธีการเห็น การจับต้อง การชิม และการได้กลิ่น (Educational Board Casting Corporation, 2004)

การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) เป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดย National Research Council (1996) การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หมายถึงวิธีการอันหลากหลายที่นักวิทยาศาสตร์นำมาใช้ในการศึกษาปรากฏการณ์ตามธรรมชาติ และนำเสนอคำอธิบายตามหลักฐานที่ได้รับจากการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้การสืบเสาะหาความรู้ยังหมายถึงกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนที่ทำให้พวกเขาได้พัฒนาความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงความเข้าใจในการทำงานของนักวิทยาศาสตร์เพื่อศึกษาธรรมชาติต่างๆ รอบตัว

การสืบเสาะหาความรู้ ที่เป็นการจัดการเรียนรู้ นั้น นักการศึกษาได้ใช้ชื่อต่างกันไป เช่น การสอบสวน การสืบสอบ การสอบถาม การแก้ปัญหา การสืบเสาะและการสืบเสาะหาความรู้ สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดใช้คำว่า “การสืบเสาะหาความรู้” และการสืบเสาะหาความรู้ในความหมายในแง่ของการสอนนั้น ผู้วิจัยใช้คำว่า “การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-based learning)” ตามแนวทางที่ สสวท. กำหนด (สสวท., 2546)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างแท้จริง นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยที่ครูทำหน้าที่เป็นผู้คอยสนับสนุน ชี้แนะช่วยเหลือ ตลอดจนแก้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน และนักเรียนทำหน้าที่เป็นผู้จัดวางแผนการเรียน มีความกระตือรือร้นที่จะศึกษาหาความรู้ โดยวิธีการเช่นเดียวกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ (ภพ เลหาไพบุลย์, 2542: 123; พิมพ์ เดชะคุปต์, 2544: 48; กระทรวงศึกษาธิการ, 2545: 37) นอกจากนี้ ทิศนา ขัมมณี (2554, 141) กล่าวถึงการสืบเสาะหาความรู้ว่าการดำเนินการเรียนการสอน โดยผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ในด้านต่างๆ ให้แก่ผู้เรียน เช่น ในการสืบค้นหาแหล่งเรียนรู้ การศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ การสรุปผล การอภิปรายโต้แย้งทางวิชาการและการทำงานร่วมกับผู้อื่น

ดังนั้น การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จึงเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ตลอดเวลา ให้โอกาสแก่นักเรียนได้ฝึกคิด ฝึกสังเกต ฝึกนำเสนอ ฝึกวิเคราะห์หาคำตอบ ฝึกสร้างองค์ความรู้ เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้นักเรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ กระตุ้นให้นักเรียนใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผล

จนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง สรุปลงเป็นหลักการ เกณฑ์หรือวิธีการในการแก้ปัญหาและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการควบคุม ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือสร้างสิ่งแวดล้อมในสภาพการณ์ต่างๆ โดยมีครูเป็นผู้กำกับควบคุมดำเนินการให้คำปรึกษาชี้แนะ ช่วยเหลือ ให้กำลังใจ เป็นผู้กระตุ้น ส่งเสริมให้นักเรียนคิด รวมทั้งร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2545: 136; สาขาชีววิทยา สสวท., 2547)

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ คือแนวทางหนึ่งในการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ที่ให้นักเรียนเป็นผู้เผชิญกับปัญหา และค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งผู้สอนจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนมีความอยากรู้อยากเห็น ตั้งคำถาม ค้นหาคำตอบ และมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง โดยที่ครูเป็นผู้กำกับติดตามให้คำปรึกษา ชี้แนะช่วยเหลือตลอดจนแก้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน ส่งเสริมให้นักเรียนคิดและเรียนรู้ด้วยตนเอง รวมทั้งร่วมแลกเปลี่ยนความรู้กับผู้อื่น และเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม หรือให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดได้ดียิ่งขึ้น

ทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐานในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivist theory) ซึ่งเชื่อว่าผู้เรียนทุกคนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างมาแล้วไม่มากก็น้อยก่อนที่จะจัดการเรียนการสอนให้เน้นว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นด้วยตัวของผู้เรียนเองและการเรียนรู้เรื่องใหม่จะมีพื้นฐานมาจากความรู้เดิม ดังนั้นประสบการณ์เดิมของผู้เรียนจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเรียนรู้เป็นอย่างยิ่ง กระบวนการเรียนรู้ที่แท้จริงของผู้เรียนไม่ได้เกิดจากการบอกเล่าของครูหรือผู้เรียนเพียงแต่จดจำแนวคิดต่างๆที่มีผู้บอกให้เท่านั้น แต่การเรียนรู้ตามทฤษฎีนี้เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนจะต้องสืบค้นเสาะหาสำรวจตรวจสอบและค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆจนทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมายจึงจะสามารถเป็นองค์ความรู้ของผู้เรียนเองและเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนานสามารถเรียกกลับมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใดๆมาเผชิญหน้าดังนั้นการที่ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ได้ต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลายโดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Department Physics and Materials Science, Faculty of Science, Chiang Mai University, 2008)

การสืบเสาะหาความรู้ เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่มีกรอบแนวคิดอยู่ภายใต้ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ซึ่งเชื่อว่า การเรียนรู้เกิดจากกระบวนการสืบเสาะสำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้เกิดความเข้าใจ และเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ขึ้น และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน และสามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใดๆ มาเผชิญหน้า (สาขาชีววิทยา สสวท., 2550) สอดคล้องกับกรมวิชาการ (2545) ที่อธิบายว่านักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเองผ่านกิจกรรมการสังเกตการตั้งคำถามการวางแผนการทดลองการสำรวจตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาการสืบค้นข้อมูลการอภิปรายและการสื่อสารความรู้เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยกิจกรรมต่างๆ ต้องเน้นให้ผู้เรียนได้คิดได้มีส่วนร่วมวางแผนลงมือปฏิบัติสืบค้นข้อมูลรวบรวมข้อมูลตรวจสอบวิเคราะห์ข้อมูลสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่ได้เพื่อนำไปสู่คำตอบของปัญหาหรือคำถามและในที่สุดนักเรียนได้สร้างองค์ความรู้จากกิจกรรมต่างๆ นอกจากนี้ ยังเป็นการค้นคว้าความรู้หรือความจริง โดยเน้นการค้นคว้ามากกว่าการค้นพบ เป็นทั้งวิธีสอน และวิธีเรียน วิธีการแก้ปัญหาเฉพาะอย่างมีหลักการรวมทั้งเป็นเทคนิคการค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วย (Tisher *et al.*, 19721: 139) และยังเป็นโอกาสให้นักเรียนฝึกฝนการเรียนรู้โดยใช้ความสามารถทางด้านการคิดหาเหตุผลจากข้อมูลที่ได้รับคือให้นักเรียนเผชิญปัญหานิยามศัพท์ให้ชัดเจนตั้งสมมติฐานสำรวจข้อมูลรวบรวมข้อมูลและสร้างข้อสรุปด้วยตนเองซึ่งช่วยให้นักเรียนคุ้นเคยกับความจริงของโลกที่เต็มไปด้วยปัญหา (Suchman 1962 อ้างใน พรพรรณ พิงประยูรพงศ์, 2547: 27)

ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ของ Piaget เกี่ยวข้องกับพัฒนาการทางสติปัญญาและความคิด คือ การที่คนเรามีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิดและการปฏิสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องระหว่างบุคคลกับสิ่งแวดล้อมนี้มีผลทำให้ระดับสติปัญญาและความคิด มีการพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทางสติปัญญาและความคิดมี 2 กระบวนการ คือ การปรับตัว (Adaptation) และการจัดระบบ โครงสร้าง (Organization) การปรับตัวเป็นกระบวนการที่บุคคลหาหนทางที่จะปรับสภาพความไม่สมดุลทางความคิดให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมรอบตัวเมื่อบุคคลมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม โครงสร้างทางสมองจะถูกจัดระบบให้มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อม มีรูปแบบของความคิดเกิดขึ้น กระบวนการปรับตัวประกอบด้วยกระบวนการที่สำคัญ 2 ประการคือ

1. กระบวนการดูดซึม (Assimilation) หมายถึง กระบวนการซึมซาบประสบการณ์ใหม่เข้าสู่ประสบการณ์เดิมที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกัน แล้วสมองก็รวบรวมปรับเหตุการณ์ใหม่ให้เข้ากับโครงสร้างทางความคิดอันเกิดจากการเรียนรู้ที่มีอยู่เดิม

2. กระบวนการปรับขยายโครงสร้าง (Accommodation) เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่อง มาจากกระบวนการดูดซึม คือ ภายหลังจากที่ซึมซับของเหตุการณ์ใหม่เข้ามา และปรับเข้าสู่โครงสร้างเดิม แล้วถ้าปรากฏว่าประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับการซึมซับเข้ามาไม่เข้ากับประสบการณ์เดิม สมองจะสร้างโครงสร้างใหม่ เพื่อปรับให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่นั้น

ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองของ Vygotsky เชื่อว่านักเรียนทุกคนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างมาแล้วไม่มากนัก ก่อนที่ครูจะจัดการเรียนการสอนให้ Vygotsky เน้นให้ความสำคัญของความแตกต่างระหว่างบุคคลและการให้ความช่วยเหลือผู้เรียนเพื่อให้ก้าวหน้าจากระดับพัฒนาการที่เป็นอยู่ไปถึงระดับพัฒนาการที่เด็กมีศักยภาพจะไปถึง Vygotsky ได้แนวคิดเกี่ยวกับ “Zone of proximal development” หรือ “Zone of proximal growth” ว่า เมื่อมีการวัดพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก เรามักจะใช้แบบทดสอบมาตรฐานในการวัด เพื่อคว้าเด็กอยู่ในระดับใด โดยดูว่าสิ่งที่เด็กทำได้นั้นเป็นสิ่งที่เด็กระดับอายุใดโดยทั่วไปสามารถทำได้ ดังนั้น ผลจากการวัด จึงเป็นการบ่งบอกถึงสิ่งที่เด็กทำได้อยู่แล้ว คือ เป็นระดับพัฒนาการที่เด็กบรรลุหรือไปถึงแล้ว ดังนั้นข้อปฏิบัติที่ทำกันอยู่ก็คือ การสอนให้สอดคล้องกับระดับพัฒนาการของเด็ก จึงทำให้เด็กอยู่ในระดับสติปัญญาเดิม ไม่ได้ช่วยให้เด็กพัฒนาขึ้น เนื่องจากเด็กทุกคนที่ระดับพัฒนาเขavnปัญญาที่ตนมีอยู่ และมีระดับพัฒนาการที่ตนมีศักยภาพจะไปให้ถึงช่วงห่างระหว่างระดับที่เด็กเป็นอยู่ในปัจจุบันกับระดับที่เด็กมีศักยภาพจะเจริญเติบโตนี้เองที่เรียกว่า “Zone of proximal development” ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิดเกี่ยวกับการสอน ซึ่งเคยมีลักษณะเป็นเส้นตรง (linear) หรืออยู่ในแนวเดียวกันเปลี่ยนแปลงไปเป็นอยู่ในลักษณะที่เหลื่อมกัน โดยการสอนจะต้องนำหน้าระดับพัฒนาการเสมอ นอกจากนี้ยังมีความเชื่อว่าการให้ความช่วยเหลือชี้แนะแก่เด็ก ซึ่งอยู่ในลักษณะของ “Assisted Learning” หรือ “Scaffolding” เป็นสิ่งสำคัญมาก เพราะสามารถช่วยพัฒนาเด็กให้ไปถึงระดับที่อยู่ในศักยภาพของเด็กได้ไปพร้อมกัน เน้นให้เห็นว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นด้วยตัวของผู้นั้นเอง และการเรียนรู้เรื่องใหม่จะมีพื้นฐานมาจากความรู้เดิม

จากทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้พบว่า ประสบการณ์เดิมของนักเรียนเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเรียนรู้ของนักเรียน นอกจากนี้กระบวนการเรียนรู้ที่แท้จริงของนักเรียนไม่ได้เกิดจากการบอกเล่าของครู หรือนักเรียนเพียงแต่จดจำแนวคิดต่างๆ ที่มีผู้บอกให้เท่านั้น แต่การเรียนรู้เกิดจากกระบวนการที่นักเรียนลงมือปฏิบัติเพื่อให้ได้รับประสบการณ์ใหม่ อาทิ การสืบเสาะหาความรู้ สำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ และเกิดจากการช่วยเหลือสนับสนุนของผู้มีประสบการณ์ การสื่อสารแลกเปลี่ยนความคิดกับผู้อื่น จนสร้างเป็นความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใดๆ มาเผชิญหน้า

ดังนั้นการที่นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้ ต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการสืบเสาะหาความรู้

อำนาจ เจริญศิลป์ (2537) กล่าวถึงจิตวิทยาพื้นฐานในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า

1. ในการเรียนวิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดียิ่ง ขึ้นก็ต่อเมื่อนักเรียนได้เกี่ยวข้องกับโดยตรงกับการค้นหาคำรู้นั้นๆ มากกว่าการบอกให้นักเรียนรู้
2. การเรียนรู้จะเกิดได้ดีที่สุด เมื่อสถานการณ์แวดล้อมในการเรียนรู้นั้นช่วยให้นักเรียนอยากเรียนไม่ใช่บีบบังคับกับนักเรียนและครูจะต้องจัดกิจกรรมที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้าแทนที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความล้มเหลว
3. วิธีการจัดการเรียนรู้ของครูจะต้องส่งเสริมความคิดให้นักเรียนคิดเป็น มีความคิดสร้างสรรค์ให้โอกาสนักเรียนได้ใช้ความคิดมากที่สุด

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองที่นำเสนอโดย Piaget และ Vygotsky และการที่นักเรียนจะเรียนรู้ได้มากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับประสบการณ์เดิมของนักเรียน การมีปฏิสัมพันธ์กับประสบการณ์ใหม่ ความช่วยเหลือจากครูและเพื่อนผู้ที่มีประสบการณ์มากกว่าการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ของนักเรียนกับผู้อื่น โดยผ่านการใช้ภาษา ดังนั้นครูจึงมีบทบาทสำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สนับสนุนให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ดังกล่าวนี้ทั้งหมด

ลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นั้น มีลักษณะคล้ายกับการสอนแบบแก้ปัญหาโดยครูเป็นผู้จัดสถานการณ์ สิ่งแวดล้อมเพื่อให้เกิดปัญหาและให้นักเรียนคิดแสวงหาคำตอบ ซึ่ง Kuslan และ Stone (1968: 138-140 อ้างใน ภพ เลหาไพบุลย์, 2542: 128-129) อธิบายว่า การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะต้องไม่ทราบคำตอบล่วงหน้า ในกิจกรรมการเรียนรู้ต้องเน้นคำถามว่า “ทำไม” ต้องระบุปัญหาให้ชัดเจน และตั้งปัญหาให้แคบพอที่นักเรียนสามารถแก้ปัญหาในชั้นเรียนได้ จากนั้นช่วยกันตั้งสมมติฐานเพื่อเป็นแนวทางในการสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนทำการเก็บข้อมูลจากการทดลองการสังเกต และการศึกษา

แหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้อื่นๆ ทำงานร่วมกันในการประเมินแนวทางในการทำการสำรวจ ตรวจสอบ เก็บข้อมูลโดยช่วยกันทำงานเป็นกลุ่มเล็ก และสรุปข้อมูลที่ได้และสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนจะมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง โดยมีครูให้การสนับสนุนและฝึกทักษะที่จำเป็นในการสืบเสาะหาความรู้ Welch (1981) ได้เสนอลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ไว้ 5 ประการดังนี้

1. การสังเกต เป็นจุดเริ่มต้นสำหรับการสืบเสาะหาความรู้ เนื่องจากวิทยาศาสตร์เริ่มต้นด้วยการสังเกตปรากฏการณ์ และการใช้คำถามที่เหมาะสมเพื่อนำไปสู่การสังเกต
2. การวัดผล เป็นคำที่ใช้อธิบายปริมาณของวัตถุและปรากฏการณ์ เป็นหลักปฏิบัติที่ได้รับ การยอมรับทางวิทยาศาสตร์เนื่องจากได้ค่าทางวิทยาศาสตร์ที่แม่นยำและคำอธิบายที่ถูกต้อง
3. การทดลอง เป็นการทดสอบที่ออกแบบมาเพื่อทดสอบคำถามและความคิด และเป็นสิ่ง ที่สำคัญในทางวิทยาศาสตร์ การทดสอบจะเกี่ยวข้องกับคำถาม ข้อสังเกต และการวัด
4. การสื่อสาร ผลของการติดต่อกับชุมชนทางวิทยาศาสตร์และประชาชน เป็นภาระหน้าที่ ของนักวิทยาศาสตร์และเป็นส่วนสำคัญของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งอาจจะกระทำโดย การเผยแพร่บทความทางวารสาร การสนทนา การประชุมและการสัมมนาของผู้เชี่ยวชาญ
5. กระบวนการคิด เป็นการอธิบายความคิดเป็นวิธีหนึ่งของการสืบเสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ เช่น การอุปมาอุปไมย การกำหนดสมมติฐานและทฤษฎี รวมทั้งการเปรียบเทียบ

เมื่อคนเราสังเกตสิ่งใดก็มักจะมีคำถามหรือข้อสงสัยเกิดขึ้นเสมอ เช่น อะไร ทำไม เมื่อไร อย่างไร และเมื่อมีคำถามก็จะนำไปสู่การสำรวจ เพื่อหาคำตอบ การตั้งคำถามจึงเป็นหัวใจของการ สืบเสาะหาความรู้ ในการตอบคำถาม หรือสร้างคำอธิบายต่างๆ จำเป็นต้องใช้ข้อมูลที่เป็นหลักฐาน หรือประจักษ์พยานอ้างอิง จึงต้องมีการรวบรวมข้อมูลที่ครบถ้วน และแม่นยำ ไม่ว่าจะเป็นข้อมูล จากการสังเกต การสำรวจ หรือการทดลอง คำอธิบายที่สร้างขึ้นจะต้องสอดคล้องกับข้อมูลหรือ หลักฐานที่มี ทั้งนี้คำอธิบายดังกล่าวต้องได้มาจากการคิดวิเคราะห์ข้อมูลอย่างระมัดระวังและมี เหตุผล คำอธิบายหรือคำตอบของคำถามต่างๆ เมื่อนำมาสังเคราะห์หรือหลอมรวมกันอย่างมีเหตุผล ก็จะเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของแนวความคิดหลัก หลักการ กฎ หรือทฤษฎี

และที่สำคัญจะต้องสื่อสารองค์ความรู้ไปยังผู้อื่นเพื่อการวิพากษ์หรือโต้แย้งอย่างมีเหตุและผล เนื่องจากองค์ความรู้ที่สร้างขึ้นอาจมีความไม่สมบูรณ์ในบางส่วน ข้อคิดเห็นจากผู้อื่นจะเป็นแนวทางในการตรวจสอบองค์ความรู้ และการค้นหาข้อมูลเพิ่มเติม (NRC., 2000; ประมวล ศิริพันธ์แก้ว, 2546; สสวท., 2546)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีหลายรูปแบบ สรุปได้ดังนี้

Barman (1989) ได้เสนอวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นสำรวจ (Exploration) เป็นขั้นที่ยึดนักเรียนเป็นสำคัญ กระตุ้นความคิดไม่สมดุลของผู้เรียน และช่วยให้เกิดการปรับขยายความคิด ครูรับผิดชอบการให้นักเรียนได้รับคำแนะนำ ชี้แจง และวัสดุอุปกรณ์อย่างเพียงพอที่มีปฏิสัมพันธ์ในทางที่สัมพันธ์กับแนวคิดคำแนะนำชี้แจงของครู ต้องไม่บอกนักเรียนว่าพวกเขาควรเรียนอะไร และต้องไม่อธิบายแนวคิดให้แนวทาง และคำแนะนำ เพื่อให้การสำรวจดำเนินต่อไปได้ นักเรียนรับผิดชอบต่อการสำรวจ วัสดุและเก็บรวบรวม หรือบันทึกข้อมูลของตนเอง ครูอาศัยทักษะการถามเพื่อแนวทางการเรียนรู้เด็กต้องมีวัสดุอุปกรณ์การเรียน และประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมด้วย ถ้าครูจะให้เด็กสร้างแนวคิดวิทยาศาสตร์สำหรับตนเอง ให้ใช้คำถามแนะเพื่อช่วยเริ่มกระบวนการวางแผนและคำถาม ต้องนำตรงไปสู่กิจกรรมของเด็ก เสนอแนะประเภทของบันทึกที่เด็กจะทำ และต้องไม่บอกหรืออธิบายแนวคิด อาจกล่าวถึง การสอนอย่างย่อๆ ได้บางที่อาจจะเป็นในรูปจุดประสงค์ของการสอน

2. ขั้นอธิบาย (Explanation) เป็นระยะที่ยึดนักเรียนเป็นสำคัญน้อยลงและหาทางอำนวยความสะดวกทางจิตใจให้แก่ผู้เรียน จุดมุ่งหมายของระยะนี้คือครูและนักเรียนร่วมมือกันสร้างแนวคิดเกี่ยวกับบทเรียน ครูเลือกและจัดสภาพแวดล้อมของชั้นเรียนที่พึงประสงค์ในระยะนี้จะช่วยนำไปสู่การปรับขยายโครงสร้างความคิด ดังที่ทฤษฎีของ Piaget อธิบายไว้ว่านักเรียนต้องมุ่งเน้นข้อค้นพบเบื้องต้นจากการสำรวจของนักเรียน ครูต้องนำภาษา หรือรูปแบบแนวคิดเพื่อช่วยในการปรับขยายโครงสร้างความคิดครูแนะแนวนักเรียนจนถึงคำอธิบายของตนเองเกี่ยวกับแนวคิด ครูสามารถจะแนะแนวนักเรียนและงดการบอกนักเรียนในสิ่งที่นักเรียนควรจะค้นพบแล้ว ถึงแม้ว่าความเข้าใจ

ของนักเรียนไม่สมบูรณ์และสามารถช่วยนักเรียนให้ใช้ข้อมูลของตนสร้างแนวคิดที่ถูกต้องได้ ซึ่งจะนำนักเรียนไปสู่ระยะต่อไปโดยอัตโนมัติคือระยะการขยายความคิด

3. ขั้นขยายความคิด (Expansion) เป็นระยะที่ควรยึดนักเรียนเป็นสำคัญให้มากที่สุดและเป็นระยะที่ช่วยกระตุ้นความร่วมมือภายในกลุ่ม ความมุ่งหมายของระยะนี้เพื่อช่วยผู้เรียนให้สามารถจัดระเบียบประสบการณ์ทางความคิดที่นักเรียนได้มาจากการค้นพบ เชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมที่คล้ายคลึงกัน และเพื่อให้ค้นพบการประยุกต์ใช้สิ่งใหม่สำหรับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้ว แนวคิดที่สร้างขึ้นและต้องเชื่อมโยงกับความคิดอื่นหรือประสบการณ์อื่นที่สัมพันธ์กัน ซึ่งครูต้องให้เด็กใช้ภาษา หรือฉลาก หรือฉายาต่าง ๆ ของแนวคิดใหม่เพื่อพวกเขาจะได้เพิ่มความเข้าใจ ตรงนี้เองที่จะช่วยให้นักเรียนประยุกต์ใช้สิ่งที่ได้เรียนรู้ โดยการขยายตัวอย่างหรือโดยการจัดประสบการณ์เชิงสำรวจเพิ่มเติมเพื่อพัฒนาตัวเองของนักเรียน ความสัมพันธ์ภายในระหว่างวิทยาศาสตร์-เทคโนโลยี-สังคม ความเติบโตทางวิชาการและการตระหนักรู้ด้านอาชีพ ระยะการขยายนี้สามารถนำไปสู่ระยะการสำรวจบทเรียนต่อไปได้โดยอัตโนมัติ ดังนั้นวงจรต่อเนื่องสำหรับการสอนและการเรียนจึงถูกสร้างขึ้นในระยะนี้ ครูช่วยนักเรียนให้จัดระเบียบการคิดของตนโดยการเชื่อมโยงสิ่งเรียนรู้มาเข้ากับความคิดหรือประสบการณ์อื่นๆ ซึ่งสัมพันธ์กับแนวคิดที่สร้างขึ้นในระยะนี้จะเพิ่มความคล่องตัวสำหรับความหมายของแนวคิดและเพื่อขยายขอบเขตความต้องการสำหรับเด็ก

4. ขั้นประเมิน (Evaluation) ความมุ่งหมายของระยะนี้เพื่อเป็นการทดสอบมาตรฐานการเรียนรู้ การเรียนรู้มักจะเกิดขึ้นในสัดส่วนการเพิ่มขึ้นที่น้อยกว่าการยกระดับทางความคิดที่มีการหยั่งรู้จริงที่เป็นไปได้ ดังนั้น การประเมินผลควรต่อเนื่อง ซึ่งไม่ใช่การสิ้นสุดของบทเรียนหรือวิธีการของหน่วยการเรียนรู้ การวัดหลายชนิดมีความจำเป็นต่อการจัดทำประเมินโดยรวมการประเมินผลรวมแต่ละระยะของการจัดการเรียนรู้ไม่ใช่เฉพาะการจัดทำตอนสุดท้าย

สำหรับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ซึ่งก่อตั้งในปี พุทธศักราช 2515 ได้นำเอาวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มาใช้ในหลักสูตรสำหรับการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย (ประมวล ผันแก้ว, 2552) ในช่วงแรก สสวท. ได้นำวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ ของ BSCS (Biological Science Curriculum Study) มาใช้ในการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้กับประสบการณ์หรือความรู้เดิมของนักเรียนเรียกวิธีการสอนนี้ว่า Inquiry Cycle (5Es) หรือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมี 5 ขั้นตอน (สสวท., 2546: 219-220) ได้แก่

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement Phase)
2. ขั้นสำรวจ (Exploration Phase)
3. ขั้นอธิบาย (Explanation Phase)
4. ขั้นขยายหรือประยุกต์ใช้มนทัศน์ (Elaboration Phase)
5. ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)

แต่ละขั้นมีสาระและรายละเอียดดังนี้

1. การสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการเรียนรู้ที่จะนำเข้าสู่บทเรียน จุดประสงค์ที่สำคัญของขั้นตอนนี้ คือ ทำให้ผู้เรียนสนใจ ใคร่รู้ในกิจกรรมที่จะนำเข้าสู่บทเรียน ควรจะเชื่อมโยงประสบการณ์การเรียนรู้เดิมกับปัจจุบันและควรเป็นกิจกรรมที่คาดว่ากำลังจะเกิดขึ้น ซึ่งทำให้ผู้เรียนสนใจจดจ่อที่จะศึกษาแนวคิด กระบวนการ หรือทักษะ และเริ่มคิดเชื่อมโยงแนวคิด กระบวนการ หรือทักษะกับประสบการณ์เดิม

2. การสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ทำให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ร่วมกันในการสร้างและพัฒนาความคิดรวบยอด กระบวนการ และทักษะ โดยการให้เวลาและโอกาสแก่ผู้เรียนในการทำกิจกรรมการสำรวจและค้นหาสิ่งที่ผู้เรียนต้องการเรียนรู้ตามความคิดเห็นผู้เรียน หลังจากนั้นผู้เรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ และทักษะในระหว่างที่ผู้เรียนทำกิจกรรมสำรวจและค้นหา เป็นโอกาสที่ผู้เรียนจะได้ตรวจสอบหรือเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับแนวคิดของผู้เรียนที่ยังไม่ถูกต้องและยังไม่สมบูรณ์ โดยการให้ผู้เรียนอธิบายและยกตัวอย่างเกี่ยวกับความคิดเห็นของผู้เรียน ครูควรระลึกลู่เสมอเกี่ยวกับความสามารถของผู้เรียนตามประเด็นปัญหา ผลจากการที่ผู้เรียนมีใจจดจ่อในการทำ

3. การอธิบาย (Explanation) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการอธิบายแนวคิดที่ได้จากการสำรวจและค้นหาครูควรให้โอกาสแก่ผู้เรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันเกี่ยวกับทักษะหรือพฤติกรรมการเรียนรู้การอธิบายนั้นต้องการให้ผู้เรียนได้ใช้ข้อสรุปร่วมกันในการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ ในช่วงเวลาที่เหมาะสมนี้ครูควรชี้แนะผู้เรียนเกี่ยวกับการสรุป

และการอธิบายรายละเอียด อย่างไรก็ตามครูควรระลึกว่ากิจกรรมเหล่านี้ยังคงเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง นั่นคือ ผู้เรียน ได้พัฒนาความสามารถในการอธิบายด้วยตัวผู้เรียนเอง บทบาทของครูเพียงแค่ชี้แนะผ่านทางกิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสดังเต็มที่ในการพัฒนาความรู้ความเข้าใจในแนวคิดให้ชัดเจน ในที่สุดผู้เรียนควรจะสามารถอธิบายแนวคิดได้อย่างเข้าใจ โดยเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่จากกิจกรรมด้วยกัน

4. การขยายความรู้ (Elaboration) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนได้ยืนยันและขยายหรือเพิ่มเติมความรู้ความเข้าใจในแนวคิดให้กว้างขวางและลึกซึ้งยิ่งขึ้น และยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะและปฏิบัติตามที่ผู้เรียนต้องการ ในกรณีที่ผู้เรียนไม่เข้าใจหรือยังสับสนอยู่หรืออาจจะเข้าใจเฉพาะข้อสรุปที่ได้จากการปฏิบัติการสำรวจและค้นหาเท่านั้น ควรให้ประสบการณ์ใหม่แก่ผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้ความเข้าใจในแนวคิดให้กว้างขวางและลึกซึ้งยิ่งขึ้น เป้าหมายที่สำคัญของขั้นนี้ คือ ครูควรชี้แนะให้ผู้เรียนได้นำความรู้ที่ได้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวัน จะทำให้ผู้เรียนเกิดแนวคิด กระบวนการ และทักษะเพิ่มขึ้น

5. การประเมินผล (Evaluation) ขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้รับข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับการอธิบายความรู้ความเข้าใจของตนเอง ระหว่างการเรียนการสอนในขั้นนี้ของรูปแบบการสอน ครูต้องกระตุ้นหรือส่งเสริมให้ผู้เรียนประเมินความรู้ความเข้าใจและความสามารถของตนเอง และยังเปิดโอกาสให้ครูได้ประเมินความรู้ความเข้าใจและพัฒนาทักษะของผู้เรียนด้วย

ภพ เลหาไพบูลย์ (2540: 120-123 อ้างใน Carin and Sund, 1975: 98-99) กล่าวว่ากระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ซึ่งมีความแตกต่างจาก สสวท. ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์หรือปัญหา เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนในเชิงของปัญหา เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดและแก้ปัญหา อาจกระทำได้หลายรูปแบบ เช่น การอภิปราย การซักถาม การใช้อุปกรณ์ สร้างสถานการณ์ที่น่าสงสัยแปลกใจ (Discrepant events) สถานการณ์หรือปัญหานั้นควรเป็นสถานการณ์หรือปัญหาที่อยู่ใกล้ตัว จะช่วยสร้างความเข้าใจให้แก่เด็กและสามารถโยงไปสู่การออกแบบการทดลองที่ต้องการได้

2. การตั้งสมมติฐาน การตั้งสมมติฐานจะต้องอาศัยสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหาในขั้นแรกเป็นหลัก ใช้คำถามต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน เพื่อนำไปสู่การคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้

3. การออกแบบการทดลองครูอาจใช้คำถามเพื่อนำนักเรียนไปสู่การออกแบบการทดลอง และระบุวิธีในการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

4. การทดสอบสมมติฐาน กิจกรรมในขั้นตอนนี้ได้แก่ การทำการทดลองและบันทึกผลที่ได้จากการทดลอง โดยครูเป็นผู้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือเท่าที่จำเป็น

5. ข้อสรุปที่ได้จากการทดสอบสมมติฐาน ครูอาจใช้คำถามโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการทดลอง เพื่อนำไปสู่การสรุปหาคำตอบในการแก้ปัญหาข้างต้น และควรมีคำตอบที่สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ด้วย

ต่อมาในปี 2003 ไอน์เซนคราฟ (Eisenkraft, 2003: 57-59) ได้เสนอรูปแบบการสอนเป็น 7 ขั้น โดยการปรับจากการสอนแบบ 5 ขั้น มาเป็น 7 ขั้น ซึ่งได้ปรับรูปแบบการสอนในขั้นเร้าความสนใจ แยกออกเป็น 2 ส่วน คือขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation) และขั้นเร้าความสนใจ (Engagement) และในขั้นประเมินได้ปรับเป็น 3 ส่วน คือส่วนขยายแนวความคิด (Elaboration) ขั้นประเมินผล (Evaluation) และขั้นนำความคิดไปใช้ (Extension) ซึ่งสรุปได้รูปแบบ 7 ขั้น มีดังนี้คือ (1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation) (2) ขั้นเร้าความสนใจ (Engagement) (3) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) (4) ขั้นอธิบาย/แนวความคิด (Explanantion) (5) ขั้นขยายแนวความคิด (Elaboration) (6) ขั้นประเมินผล (Evaluation) และ (7) ขั้นนำความคิดไปใช้ (Extension) ซึ่งเป็นกระบวนการ 7 ขั้น ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องกัน ไปในลักษณะของการจัดการเรียนรู้ ในขั้นตอนความรู้เดิมจะช่วยให้นักเรียนถ่ายโอนความรู้ที่มีอยู่แล้ว และช่วยป้องกันไม่ให้เกิดแนวคิดที่ผิดพลาด โดยการปรับขยายความคิด และโครงสร้างทางความคิด เป็น 3 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นสำรวจ (Exploration sine Concept Exploration) นักเรียนได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับรูปธรรม เช่น วัตถุหรือเหตุการณ์ ซึ่งการนำเอาทฤษฎีการพัฒนาศติปัญญาการเรียนรู้ของ Piaget มาใช้คือ การทำให้นักเรียนขาดสมดุลก่อนเพื่อนำเข้าสู่สมดุลใหม่อีกครั้ง ส่วนประสบการณ์ที่กล่าวถึงควรมีคุณสมบัติกระตุ้นให้เกิดมโนทัศน์หรือภาระงานที่ทำทลาย ถึงลักษณะปลายเปิด เพื่อให้นักเรียนใช้วิธีแก้ไขที่หลากหลาย เช่น การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนครูมีบทบาทในการช่วยเหลือ โดยการแนะนำหรือตอบคำถามของนักเรียนเท่าที่จำเป็น ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนเกิดความคิดที่อยู่ในขอบข่ายของเรื่องที่จะเรียนได้ แก่ การแนะนำมโนทัศน์ใหม่หรือคำศัพท์ใหม่ เป็นต้น

2. **ขั้นสร้างมโนทัศน์ (Invention หรือ Concept Introduction หรือ Clarification)** ซึ่ง Barman ระบุว่าเริ่มจากการเสนอมโนทัศน์หรือหลักการใหม่ หรือคำอธิบายเสริมเพื่อช่วยให้นักเรียนประยุกต์รูปแบบการใช้เหตุผลในประสบการณ์ของเขาแต่เปิดโอกาสให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดของตนเอง นั่นคือครูและนักเรียนช่วยกันนิยามมโนทัศน์ โดยอาจใช้สื่อการเรียนการสอนช่วยก็ได้

3. **ขั้นนำมโนทัศน์ไปใช้ (Discovery หรือ Concept Application)** เป็นระยะที่นักเรียนนำความรู้มโนทัศน์หรือทักษะที่เกิดขึ้นไปใช้ในสถานการณ์อื่น โดยยกตัวอย่างเพื่อแสดงมโนทัศน์ที่รู้นั้น

ดังนั้นที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้เลือกรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เนื่องจากเป็นการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ให้โอกาสแก่ผู้เรียนได้ฝึกคิด ฝึกสังเกต ฝึกถามและตอบ ฝึกการสื่อสาร ฝึกเชื่อมโยงบูรณาการฝึกนำเสนอ สร้างองค์ความรู้ โดยมีครูเป็นผู้กำกับ ควบคุม ดำเนินการให้คำปรึกษา ชี้แนะ ช่วยเหลือ ให้กำลังใจ เป็นผู้กระตุ้นส่งเสริมให้ผู้เรียนคิด อยากรู้อยากเห็น และสืบเสาะหาความรู้จากการถามคำถาม และพยายามค้นหาคำตอบหรือสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเองผ่านกระบวนการคิดและปฏิบัติ ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ รวมทั้งครูร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้เรียน และสร้างบรรยากาศการสืบเสาะหาความรู้ที่เอื้อให้ผู้เรียนคิดอย่างอิสระ

ระดับของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ให้ประสบความสำเร็จนั้น ครูต้องมีคุณสมบัติและปฏิบัติหน้าที่ในประเด็นหลักๆ ต่อไปนี้ โดยตัวครูต้องมีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ถูกต้อง มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์อย่างเพียงพอ และรู้ความสามารถของตนเอง ในการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียน ครูวิทยาศาสตร์จะมีบทบาทเป็นผู้เรียนรู้เสมอภาคกับผู้เรียน ไม่ใช่ครูเป็นผู้นำการเรียนรู้และสนับสนุนให้นักเรียนได้ใช้เครื่องมือวัสดุอุปกรณ์ ร่วมมือร่วมใจและมีความรับผิดชอบในการทำงาน ให้นักเรียนได้มีโอกาสพูดคุยแลกเปลี่ยนความรู้และความคิดเห็น และให้นักเรียนเข้าใจว่าพฤติกรรมและการปฏิบัติอะไรที่ต้องแสดงออกมา (NRC, 2000) ในระดับและรูปแบบของการดำเนินการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

คำลี ทองชีวะ (2545: 143-145) กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยสามารถแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ

1. วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในระดับที่ 1 พบว่าใช้มากในโรงเรียนระดับประถมศึกษาทั่วไปในชนบทเป็นการเรียนการสอนที่ครูเป็นผู้ตั้งปัญหาและกำหนด แนวทางการศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นขั้นตอน และยังมีระบบระเบียบให้กับนักเรียน ปัญหาหรือโจทย์ส่วนใหญ่ครูนำมาจากสาระความรู้ที่ระบุไว้ในหลักสูตรแกนกลาง สิ่งที่นักเรียนจะต้องทำคือลงมือทำกิจกรรมต่างๆ ตามที่ครูจัดให้ซึ่งในตอนนี้ครูใช้วิธีการต่างๆ ภายใต้อะไรที่ครูเรียกว่าวิธีสอนหรือแนวทางการเรียนการสอน มีตั้งแต่การใช้วิธีอธิบาย สาธิตวิธีการให้ดู จัดให้นักเรียนได้อภิปรายกันในเรื่องที่ครูกำหนดและชี้แนะให้อย่างเป็นขั้นตอน เพื่อควบคุมให้นักเรียนเดินไปสู่จุดหมายปลายทาง ซึ่งในที่นี้คือข้อค้นพบที่ครูได้กำหนดไว้เรียบร้อยแล้วเช่นกัน ซึ่งโดยมากจะมีคำตอบที่ถูกต้อง เพียงคำตอบเดียว และถ้านักเรียนยังไม่สามารถไปถึงจุดหมายนั้นครูจะให้นักเรียนทบทวนกระบวนการที่นักเรียนใช้เพื่อหาข้อบกพร่องพยายามปรับปรุงแก้ไขดำเนินงานตามขั้นตอน เพื่อให้สามารถค้นพบสิ่งที่ครูกำหนดไว้ให้ในที่สุด

2. วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในระดับที่ 2 ซึ่งนับได้ว่า เป็นวิธีที่ครูใช้เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเข้าถึงวิธีการแสวงหาความรู้ที่ใกล้เคียงกับวิธีการของนักวิทยาศาสตร์ในขั้นนี้ครูได้เป็นผู้ตั้งปัญหาหรือกำหนดแนวทางการดำเนินการแสวงหาคำตอบอย่างเข้มงวดเหมือนขั้นที่ 1 แต่จะคอยให้คำแนะนำอยู่ใกล้ๆ และที่สำคัญคือ ครูจะให้แนวคำตอบที่มีความเป็นไปได้ไว้หลายๆ แนว นักเรียนเป็นผู้ลงมือตั้งคำถาม และเลือกกิจกรรมที่จะทำเอง ทั้งยังสามารถปรับเปลี่ยนกิจกรรมหรือแนวดำเนินการได้หลังจากที่ลงมือทำไปแล้ว และพบว่ายังไม่ใช่ทางออกที่ต้องการหรือได้ข้อมูลใหม่ที่ทำให้ต้องทบทวนขั้นตอนการดำเนินงานของตน

3. วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในระดับที่ 3 มีลักษณะเหมือนกับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบที่ 2 ทุกประการ เพียงแต่วิธีนี้ นักเรียนจะเป็นผู้กำหนดปัญหาเลือกวิธีและออกแบบขั้นตอนการแสวงหาคำตอบ ตลอดจนเลือกเครื่องมือสำหรับเก็บข้อมูลด้วยตนเอง เป็นผู้วิเคราะห์ประเมินตัดสินข้อค้นพบจากหลักฐานและข้อมูลต่างๆ เองบทบาทของครูในขั้นนี้คือเป็นที่ปรึกษา แนะนำแหล่งข้อมูลสำหรับการค้นคว้า และแหล่งทรัพยากรที่สนับสนุนการดำเนินงานให้นักเรียน ให้คำปรึกษาเรื่องการสร้างเครื่องมือ เรื่องการบริหารเวลาให้กับนักเรียนจัดสภาพบริบทในห้องเรียนให้เอื้อต่อการทำอย่างอิสระของนักเรียน ตลอดจนจัดโอกาสให้นักเรียนได้นำเสนอผลการค้นคว้าเพื่อแลกเปลี่ยนข้อค้นพบและเรียนรู้ซึ่งกันและกัน

Orlich *et al.* (2001 อ้างใน พรพรรณ พึ่งประยูรพงศ์, 2547: 34) อธิบายเกี่ยวกับระดับของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ 2 ระดับ ดังนี้

1. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่ครูเป็นผู้กำหนดแนวทางการสืบเสาะหาความรู้ครูต้องวางแผนและเตรียมข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่สืบเสาะหาความรู้ ให้นักเรียนกระทำการสังเกต จัดกระทำและอ้างอิงเป็นคำตอบ ครูมีบทบาทในการนำให้นักเรียนดำเนินการสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางโดยครูใช้คำถามนำ จัดเตรียมอุปกรณ์ที่จะต้องทำตามแนวทางนั้นๆ และครูควรกระตุ้นให้นักเรียนในชั้นมีส่วนร่วมในการดำเนินการสืบเสาะและสรุปเป็นหลักการ

2. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่ครูไม่ได้เป็นผู้กำหนดแนวทางในการสืบเสาะหาความรู้ครูมีบทบาทน้อยกว่าแบบแรก เมื่อครูเสนอปัญหาแล้วครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนหาแนวทางและดำเนินการสืบเสาะหาความรู้วิธีต่างๆ เอง แต่ครูต้องคอยตรวจสอบความถูกต้องในการอ้างอิงหรืออ้างเหตุผลของนักเรียนถ้านักเรียนไม่ได้อ้างเหตุผล ครูต้องกระตุ้นให้นักเรียนอ้างอิงเพื่อยืนยันและครูควรกระตุ้นให้นักเรียนในชั้นได้แลกเปลี่ยน ข้อสรุปกัน โดยให้แสดงการอ้างอิงให้เพื่อนๆ รับรู้ด้วย

ประมวล สิริพันธ์แก้ว (สสวท., 2546: 2-3) ได้แบ่งการสืบเสาะหาความรู้เป็น 3 รูปแบบ คือ

1. การสืบเสาะหาความรู้ตามที่มีผู้กำหนดไว้ให้ (Structured Inquiry) นักเรียนทำตามวิธีการทุกขั้นตอน เพื่อรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์หาคำตอบของคำถาม หรือประเด็นที่ถูกระบุไว้แล้ว การสืบเสาะหาความรู้ประเภทนี้เหมาะสำหรับฝึกประสบการณ์ และทักษะการสืบเสาะหาความรู้ก่อนที่จะก้าวไปสู่การดำเนินการด้วยตนเองมากขึ้น

2. การสืบเสาะหาความรู้โดยมีข้อเสนอแนะให้ (Guided Inquiry) นักเรียนสามารถดัดแปลงข้อเสนอแนะในการดำเนินการสืบเสาะหาความรู้ตามที่เห็นสมควร และเหมาะสมกับสถานการณ์ แต่ก็มีการกำหนดคำถามหรือหัวข้อเรื่องในการสืบเสาะหาความรู้ไว้ให้

3. การสืบเสาะหาความรู้อย่างอิสระ (Independent Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่เริ่มต้นจากนักเรียนทุกขั้นตอน ตั้งแต่การตั้งคำถามหรือกำหนดหัวข้อเรื่อง การวางแผนดำเนินการรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำไปสู่การแปลความหมายและลงข้อสรุป

นอกจากนี้ สสวท. (2552) ได้แบ่งการสืบเสาะหาความรู้เป็น 4 ระดับ คือ

1. การสืบเสาะหาความรู้แบบยืนยัน (Confirmed Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้นักเรียนเป็นผู้ตรวจสอบความรู้หรือแนวคิด เพื่อยืนยันความรู้หรือแนวคิดที่ถูกรับรู้มาแล้ว โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหาและคำตอบ หรือองค์ความรู้ที่คาดหวังให้นักเรียนค้นพบ และให้นักเรียนทำกิจกรรมที่กำหนดในหนังสือหรือใบงาน หรือตามที่ครูบรรยายบอกกล่าว
2. การสืบเสาะหาความรู้แบบนำทาง (Directed Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้นักเรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหา และสาธิตหรืออธิบายการสำรวจตรวจสอบ แล้วให้นักเรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบตามวิธีการที่กำหนด
3. การสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะแนวทาง (Guided Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้นักเรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยนักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา และครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทางการสำรวจตรวจสอบ รวมทั้งให้คำปรึกษาหรือแนะนำให้นักเรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบ
4. การสืบเสาะหาความรู้แบบเปิด (Open Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้นักเรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยให้นักเรียนมีอิสระในการคิด เป็นผู้กำหนดปัญหา ออกแบบและปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง

จากที่กล่าวข้างต้นผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบ ระดับของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางของ สสวท. ในระดับที่ 3 คือ การสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะแนวทาง (Guided Inquiry) เป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ให้นักเรียนค้นพบองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยนักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา และครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทางการสำรวจตรวจสอบ รวมทั้งให้คำปรึกษาหรือแนะนำให้นักเรียนปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบในรูปแบบของกิจกรรมที่มีความสอดคล้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ คือ สามารถพัฒนาศักยภาพด้านสติปัญญาของนักเรียนได้อย่างเต็มที่ นักเรียนได้มีโอกาสฝึกความคิดและฝึกการกระทำได้เรียนรู้วิธีการจัดระบบความคิดและวิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ความรู้คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้

ได้ คือทำให้สามารถจดจำได้นานและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้ นักเรียนเป็นศูนย์กลางการจัดการเรียนรู้ ทำให้บรรยากาศในการเรียนมีชีวิตชีวา สามารถเรียนรู้แนวคิด และหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้นอีกทั้งส่งผลให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ช่วยให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นว่าไม่ว่าจะทำการสิ่งใดๆ จะสำเร็จด้วยตนเอง สามารถคิดและแก้ปัญหาด้วยตนเองไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค นักเรียนได้ประสบการณ์ตรง ฝึกทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ และสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ อย่างไรก็ตามข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้ คือ แต่ละครั้งจะใช้เวลามาก บางครั้งได้เนื้อเรื่องไม่ครบตามที่กำหนด และหากสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นไม่ทำให้นักเรียนเบื่อหน่าย และไม่สนใจอาจไม่เหมาะกับนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำ และการสอนเนื้อหาที่ค่อนข้างยาก นักเรียนอาจไม่สามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองได้ อาจใช้ไม่ได้ผลกับนักเรียนที่ขาดแรงจูงใจในการศึกษา ปัญหาขาดความกระตือรือร้นในการเรียนนอกจากนี้ ถ้านักเรียนไม่รู้จักหลักการทำงานกลุ่มที่ถูกต้อง อาจทำให้นักเรียนบางคนหลีกเลี่ยงงาน ซึ่งจะทำให้ไม่เกิดการเรียนรู้ ครูต้องใช้เวลาวางแผนมาก ถ้าครูมีภาระมากอาจเกิดปัญหาด้านอารมณ์ ซึ่งมีผลต่อบรรยากาศในห้องเรียน (ภพ เลหาไพบุลย์, 2540; กระทรวงศึกษาธิการ, 2545; พันธุ์ ทองชุมนุม, 2547; พิมพ์พันธ์ุ เศษะคุปต์ และ เพียว ยินดีสุข, 2548)

สรุปได้ว่า ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ส่งเสริมนักเรียนได้พัฒนาความคิดอย่างเป็นระบบ โดยการสืบค้นข้อมูลและแสวงหาด้วยตนเอง เพื่อสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้และทำให้เกิดเป็นการเรียนรู้อย่างยั่งยืน ข้อจำกัดคือ ใช้เวลานานในการสอนแต่ละครั้ง อาจจะทำให้นักเรียนเบื่อหน่าย โดยเฉพาะนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาและความกระตือรือร้นในการเรียนต่ำกว่ามาตรฐานมากเนื่องจากนักเรียนขาดแรงจูงใจในการสืบค้นเนื้อหาด้วยตนเอง ประกอบกับถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้น ไม่น่าสนใจหรือชวนให้เกิดความสงสัย ก็ยังทำให้นักเรียนเบื่อหน่าย และส่งผลให้การสอนไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัย เรื่องการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษา และระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ดังที่ จันทรพร พรหมมาศ (2541) ได้ศึกษาผลการใช้วิธีวงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อพฤติกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่มีระดับความสามารถ

ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงและปานกลางในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ปานกลางในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ต่ำในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 3 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ต่ำในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของทั้ง 2 กลุ่ม มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับ สราวุฒิ บุญยอิน (2542) ศึกษา รูปแบบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีวงจรการเรียนรู้เรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนกลุ่มทดลองทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างจากนักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้อง กับ เรวัต สุขมั่งมี (2542) ได้ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนววงจรการเรียนรู้กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนววงจรการเรียนรู้มีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนววงจรการเรียนรู้มีความคิดเห็นต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับดี นอกจากนี้ รุจภา ประถมวงษ์ (2552) ได้ศึกษาความสามารถทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องสารในชีวิตประจำวัน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น มีคะแนน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 และยังสอดคล้องกับคมขำ บุ่งนาแซง (2555) ที่พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เฉลี่ยร้อยละ 74.65 และมีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 77.7 เมื่อนำไปเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่าผ่านเกณฑ์ทั้งคะแนนและจำนวนนักเรียน 2) ผลการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 77.47 และมีจำนวนนักเรียน ที่ผ่านเกณฑ์คิดเป็นร้อยละ 92.59 เมื่อนำไปเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่าผ่านเกณฑ์ทั้งคะแนนและจำนวนนักเรียน 3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น (5Es) โดยรวมอยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของนันทกา คันธิงค์ (2547) ที่ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และสอดคล้องกับ บัชรินทร์ สารวรรณ, จิราภรณ์ กาลนิล, หัสชัย สะอาด และเฉลา ประเสริฐสังข์ ที่พบว่า การเรียนด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ช่วยให้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทั้งภายในประเทศ พอสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง จากประสบการณ์ตรง และสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง สร้างความเข้าใจในเนื้อหาผ่านกระบวนการในการหาความรู้ และจะเห็นได้ว่านักเรียนสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้

งานวิจัยต่างประเทศ

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยในต่างประเทศ พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น (Faraj, 1987: 3298-A อ้างใน พรรัตน์ กิ่งมะลิ, 2552: 38) นอกจากนั้นการเรียนโดยการสืบเสาะหาความรู้ยังเป็นตัวกระตุ้น และส่งเสริมให้นักเรียนได้รับการพัฒนาความสามารถในการอ่านและการเขียนได้อีกด้วย (Riggs, 1997, 3802-A) การสืบเสาะหาความรู้ยังเป็นการผสมผสานกันของเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์กับเนื้อหาอื่นๆ และถ้าใช้การสืบเสาะหาความรู้ที่ประกอบด้วยยุทธศาสตร์และพฤติกรรมในทางที่เหมาะสมแล้วจะก่อให้เกิดบรรยากาศการเรียนรู้ที่ดีเช่น การตั้งปัญหาที่ดีของครูและนักเรียน การตีความ และการอธิบาย การผสมผสานของเนื้อหาวิชา (May 2001, 3900-A) นอกจากนี้ ยังพบว่าการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถกระตุ้นให้นักเรียนที่มีรูปแบบการเรียนรู้ที่แตกต่างกันในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Tuan *et al.*, 2005: 541-566) นอกจากนี้ Abraham and Renner (1986: 121-143) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในวิชาเคมี ระดับมัธยมศึกษา ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีความรู้มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามแบบปกติ นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีผลต่อความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียน ทั้งนี้ Berndt (1994: 4052-A) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ต่อผลสัมฤทธิ์ด้านเนื้อหาและด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาในเมือง Ramdolph, West Verginia กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยนักเรียนจำนวน 154 คน ผลการวิจัยสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และปฏิสัมพันธ์ของครูกับนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับ Simsek and Kabapinar (2010: 1190-1194) ได้ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และเพื่อศึกษาเทคนิควิธีในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่สนับสนุนการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยมีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. บริบทของโรงเรียน
2. สภาพห้องเรียน
3. กลุ่มที่ศึกษา
4. รูปแบบการวิจัย
5. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการดำรงชีวิตของพืช
6. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
7. การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

บริบทของโรงเรียน

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาใน โรงเรียนสอนดีพิทยาลงกรณ์ (นามสมมติ) ซึ่งเป็น โรงเรียนประถมศึกษาขนาดกลาง สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน เขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาปทุมธานีเขต 1 ที่ผู้วิจัยรับผิดชอบสอนตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 จนถึงปัจจุบัน (พ.ศ. 2556) โรงเรียนสอนดีพิทยาลงกรณ์ จัดตั้งเมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน 2545 เปิดทำการสอนระดับชั้นอนุบาลปี

ที่ 1 ถึงระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ทำการจัดการเรียนการสอน 2 หลักสูตร คือหลักสูตรสามัญ และหลักสูตร English Program โรงเรียนมีเนื้อที่ 2 ไร่ 2 งาน 49 ตารางวา ประกอบด้วยอาคารเรียน 2 หลัง แหล่งเรียนรู้ภายในโรงเรียน ได้แก่ ห้องคอมพิวเตอร์ ห้องงานอาชีพ ห้องเกมการศึกษา ห้องวิทยาศาสตร์ และแหล่งเรียนรู้ภายนอกโรงเรียน ได้แก่ องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาและท้องฟ้าจำลองศูนย์รังสิต ศูนย์การทดลองพลังงานแห่งชาติ ซึ่งตั้งอยู่ใกล้โรงเรียน

สภาพห้องเรียน

ห้องเรียนที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช คือห้องเรียนวิทยาศาสตร์ชั่วคราว เนื่องจากโรงเรียนอยู่ระหว่างการก่อสร้างและปรับปรุงอาคารเรียน ซึ่งอยู่บนชั้นที่ 2 ของอาคารติดกับห้องเรียนดนตรีสากล และห้องเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 หลักสูตร English Program ห้องเรียนวิทยาศาสตร์ มีขนาดความกว้าง ยาว เท่ากับ 6 x 9 เมตร ประตูและผนังด้านหน้าห้องเป็นกระจกใสทั้งหมด หน้าต่างเป็นกระจกใสมีม่านบังแสง ภายในห้องวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยกระดานไวท์บอร์ดแบบติดตั้งล้อเลื่อน เครื่องปรับอากาศ 1 เครื่อง และพัดลมเพดาน 2 เครื่อง หลอดไฟให้แสงสว่าง 4 หลอด โทรทัศน์และเครื่องเล่นวีดีโอ 1 เครื่อง โต๊ะครูสำหรับวางเครื่องคอมพิวเตอร์ โต๊ะส่งงานนักเรียน 3 โต๊ะ โต๊ะนักเรียน จำนวน 6 ตัว ที่สามารถจัดเป็นกลุ่มเพื่อทำกิจกรรมได้ 6 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน ผนังห้องด้านขวามีตู้เหล็กสำหรับเก็บอุปกรณ์วิทยาศาสตร์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลองทางวิทยาศาสตร์ และตู้ชั้นไม้สำหรับเก็บเอกสารและสิ่งประดิษฐ์ผลงานของนักเรียน ผนังห้องด้านซ้ายติดภาพสื่อการเรียนรู้ อาทิ ภาพสาธิตการทดลองโดยใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์อย่างถูกวิธี ภาพแสดงวงจรชีวิตของสัตว์ ภาพแสดงระบบการทำงานของอวัยวะร่างกาย และวัฏจักรของน้ำ เป็นต้น ภาพของห้องเรียนวิทยาศาสตร์แสดงในภาพที่ 1 และแผนผังห้องเรียนแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 3.1 ห้องเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสอนดีพิทยาลงกรณ์



ภาพที่ 3.2 แผนผังห้องเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสอนดีพิทยาลงกรณ์

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาในงานวิจัยนี้คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 28 คน เป็นนักเรียนชาย 15 คน นักเรียนหญิง 13 คน ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการดำรงชีวิตของพืช ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ของโรงเรียนสอนดีพิทยาลงกรณ์ ซึ่งเป็นโรงเรียนประถมศึกษา ขนาดกลางแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน เขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา ปทุมธานีเขต 1 ผลการเรียนของนักเรียนมี 3 กลุ่ม จำแนกตามระดับผลการเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ คือ เก่ง ปานกลาง และอ่อน ซึ่งนักเรียนกลุ่มการเรียนเก่งมีจำนวน 10 คน นักเรียนในกลุ่มการเรียนปานกลางมีจำนวน 13 คน นักเรียนในกลุ่มการเรียนอ่อนมีนักเรียนจำนวน 5 คน โดยนักเรียนมีความบกพร่องด้านการคิดวิเคราะห์อ่านเขียน ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการดำรงชีวิตของพืช

นักเรียนที่เป็นกลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนที่เรียนหลักสูตรสามัญ และเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ตามเกณฑ์ของกระทรวงศึกษาธิการ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งกำหนดให้ผู้เรียน ได้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นเวลา 80 ชั่วโมง หรือ 2 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ซึ่งในการจัดการเรียนการสอนพบว่านักเรียนให้ความสนใจและมีความกระตือรือร้นในการเรียนวิทยาศาสตร์ ให้ความสนใจการเรียนวิทยาศาสตร์ที่มีการทดลอง แต่นักเรียนไม่สามารถบอกหรือเขียนสิ่งที่ตนเองสังเกตเห็นได้อย่างถูกต้อง ในการลงความเห็นจากข้อมูล นักเรียนลงความเห็นไม่สอดคล้องกับข้อมูลที่มี นักเรียนไม่สามารถสร้างหรือบอกเกณฑ์ในการจำแนกประเภทได้ และไม่สามารถเลือกใช้รูปแบบการสื่อความหมายข้อมูลได้อย่างเหมาะสมกับลักษณะข้อมูล

รูปแบบงานวิจัย

การวิจัยปฏิบัติการ (Action Research)

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการ (Action research) เนื่องจากผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีประสบการณ์การสอนมาเป็นเวลา 7 ปี ประสบปัญหาในการจัดการเรียนการสอน วิชาวิทยาศาสตร์ ในเรื่องของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนของตนเองในเรื่องดังกล่าว โดยผู้วิจัยต้องการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้บทเรียนเรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ในการจัดการเรียนการสอน นอกจากนี้ผู้วิจัยยังต้องการค้นหาเทคนิควิธีในการ

จัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทาง สสวท. (สสวท., 2546) ที่สนับสนุนการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จากที่มาและความสำคัญดังกล่าวข้างต้น สอดคล้องกับหลักการวิจัยปฏิบัติการที่ผู้ปฏิบัติงานประสบปัญหาเกี่ยวข้องกับงานที่ปฏิบัติและต้องการพัฒนาการปฏิบัติงานของตนเองให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ด้วยเหตุนี้งานวิจัยนี้จึงดำเนินการตามหลักการและขั้นตอนของการวิจัยปฏิบัติการ ตามแนวคิดของ Kemmis and Mc Taggart (1998) ที่ประกอบด้วยกระบวนการวิจัยปฏิบัติการ 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นการวางแผน (Plan) 2) ขั้นการปฏิบัติ (Act) 3) ขั้นการสังเกต (Observe) 4) ขั้นการสะท้อน (Reflect) โดยแต่ละขั้นตอนจะดำเนินการต่อเนื่องกัน ไปเป็นวงจรที่เรียกว่าวิจัยปฏิบัติการ (Action Research Spiral) หรือที่สุวิมล ว่องวานิช (2543) เรียกว่า วงจร PAOR โดย P ย่อมาจาก Plan A ย่อมาจาก Action O ย่อมาจาก Observation และ R ย่อมาจาก Reflection รายละเอียดของการปฏิบัติการในแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

ขั้นการวางแผน (Plan)

1. ผู้วิจัยวิเคราะห์ปัญหาที่พบในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของตนเอง จากประสบการณ์การสอนของผู้วิจัย พบว่านักเรียนขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยสาเหตุของปัญหาเกิดจากกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัยที่เน้นการอ่านและท่องจำ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์น้อย

2. ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ตัวชี้วัด ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรของสถานศึกษา โดยเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช เนื่องจากผู้วิจัยจะฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องดังกล่าว

3. ผู้วิจัยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ ได้แก่ 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการวัด 3) ทักษะการคำนวณ 4) ทักษะการจำแนกประเภท 5) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 6) ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา 7) ทักษะการลงความเห็นของข้อมูล และ 8) ทักษะการพยากรณ์ 9) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 10) ทักษะการตั้งสมมติฐาน 11) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 12) ทักษะการทดลอง และ 13) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 12 ทักษะ ซึ่งเป็นขั้นพื้นฐานทุกทักษะ ยกเว้นทักษะความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา และทักษะขั้นสูงหรือขั้นบูรณาการทุกทักษะ โดยสาเหตุที่ไม่ศึกษาทักษะความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา เนื่องจากการ

วิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางและหลักสูตรสถานศึกษาแล้วพบว่าทักษะสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา เป็นทักษะที่นำไปสอดแทรกในกิจกรรมการเรียนรู้ได้น้อย

4. ผู้วิจัยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางของ สสวท. (สสวท., 2546) ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้น ดังนี้

1.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้สถานการณ์ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจอยากเรียนรู้ในเรื่องหรือประเด็นที่ต้องการสอน เพื่อกระตุ้นให้เกิดการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์และนำไปสู่การแก้ปัญหาโดยการทดลองเพื่อหาคำตอบ

4.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ผู้สอนทำความเข้าใจในประเด็นปัญหา หรือคำถามที่ต้องการจะศึกษาที่สืบเนื่องจากขั้นแรก จากนั้นจึงให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้ แล้ววางแผนการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลและสร้างคำอธิบายที่มีพื้นฐานมาจากข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมได้

4.3 การอธิบาย (Explanation) ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนนำเสนอ อภิปรายแลกเปลี่ยนข้อมูลและคำอธิบายกับผู้อื่น โดยผู้สอนพยายามช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงคำอธิบายกับหลักฐาน และเชื่อมโยงประสบการณ์ใหม่กับประสบการณ์เดิมในการสร้างองค์ความรู้ใหม่

4.4 การขยายความรู้ (Elaboration) ผู้เรียนนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปใช้ในการอธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์ใหม่ อันทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกทักษะเพิ่มเติม ผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้ชี้แนะแนวทางให้ผู้เรียนนำความรู้และทักษะไปปรับใช้ในสถานการณ์ใหม่

4.5 การประเมินผล (Evaluation) ผู้วิจัยทำการประเมินว่าผู้เรียนมีความรู้และทักษะอะไรบ้าง อย่างไร ข้อมูลที่ได้จะนำมาใช้เพื่อวิเคราะห์จุดแข็งและจุดอ่อนของกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อนำไปปรับปรุงแผนต่อไป

5. ผู้วิจัยทำการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช จำนวน 8 แผน รวม 27 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที

6. ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อตอบคำถามวิจัย คือ แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการดำรงชีวิตของพืช กรอบในการบันทึกสะท้อนความคิดของครู คำถามในการสัมภาษณ์นักเรียนแบบกึ่งโครงสร้าง และกรอบในการสังเกตการสอนผ่านวิดีโอ การสอนของตนเอง

ขั้นการปฏิบัติตามแผน (Action)

ผู้วิจัยทำการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบไว้ โดยระหว่างทำการสอนทำการบันทึกวิดีโอวีดิทัศน์การสอนของตนเองเพื่อช่วยให้เก็บข้อมูลได้ครอบคลุมมากขึ้น ทั้งในการสังเกตการสอนของตัวผู้วิจัยเองและช่วยพฤติกรรมของนักเรียนระหว่างที่ผู้วิจัยปฏิบัติการสอน เมื่อจบการสอนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยทำการสัมภาษณ์นักเรียนเป็นรายกลุ่ม (focused group interview) กลุ่มละ 6 คนต่อแผน เกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้ในแผนดังกล่าว โดยเลือกนักเรียน 1 คน ในแต่ละกลุ่ม เวียนไปจนครบทุกคน

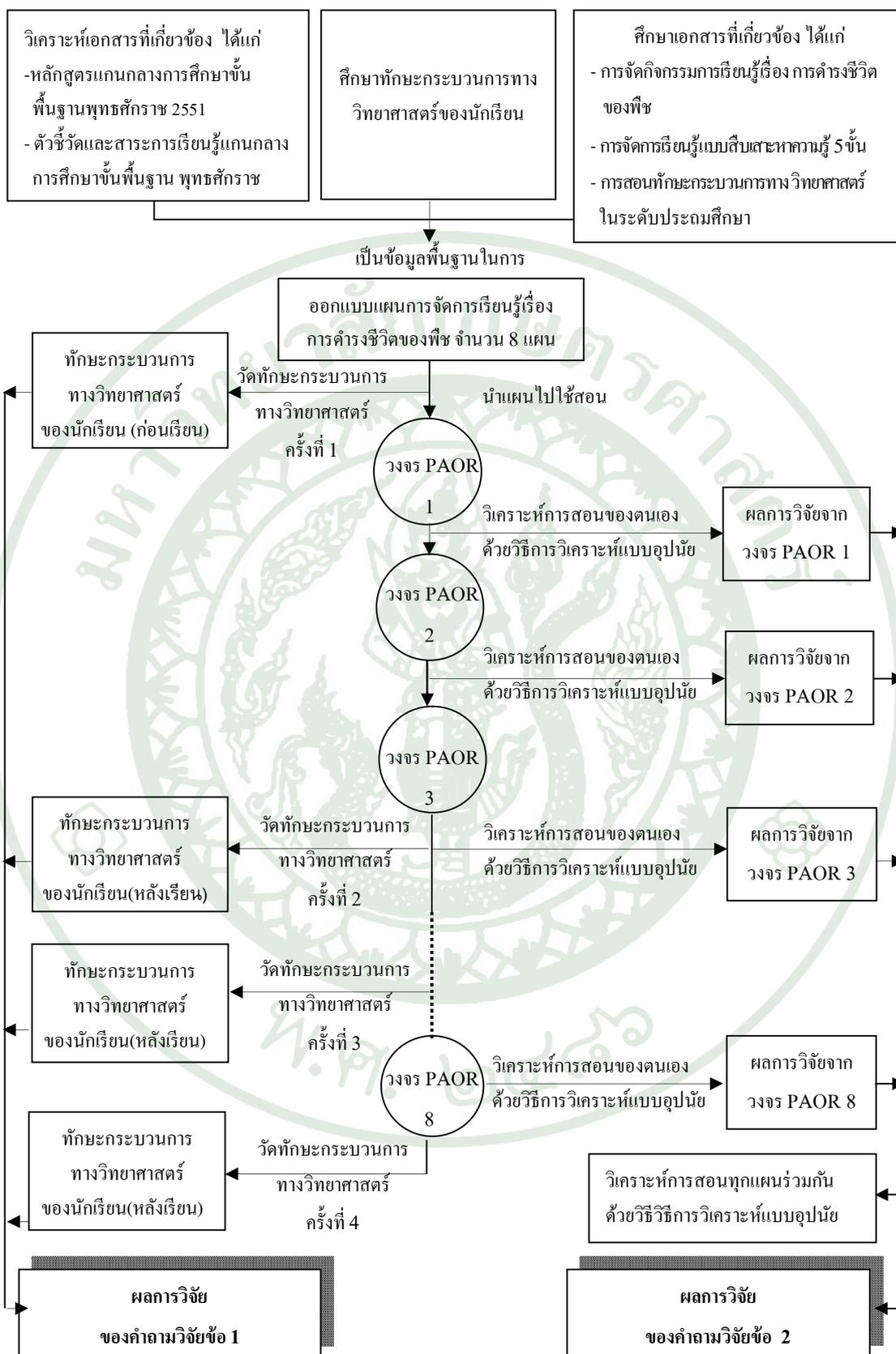
ขั้นการสังเกต (Observation)

ผู้วิจัยสังเกตการปฏิบัติการสอนของตนเองผ่านวิดีโอวีดิทัศน์ ตามกรอบการสังเกตที่สร้างขึ้นเพื่อช่วยให้สะท้อนการปฏิบัติการสอนได้อย่างลึกซึ้งและครอบคลุมทุกประเด็น

ขั้นการสะท้อนการปฏิบัติ (Reflection)

จากข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการสอนของตนเอง ผู้วิจัยเขียนสะท้อนผลการปฏิบัติการสอนของตนเองลงในบันทึกสะท้อนความคิด โดยครอบคลุมประเด็นต่างๆ คือ ลักษณะกิจกรรมที่ใช้ผลของการใช้กิจกรรม แนวทางปรับปรุงกิจกรรม และสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการปฏิบัติการสอน โดยบันทึกประเด็นเหล่านี้ตามขั้นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นดังกล่าวข้างต้น จากนั้นนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปปรับปรุงการสอนในแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป

ทั้งนี้ในการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยทำการวัดทั้งหมด 4 ครั้ง โดยใช้แบบวัด 4 ฉบับที่เป็นคู่ขนานกัน โดยในการวัดครั้งที่ 1 จะวัดก่อนเรียนบทเรียนเรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ครั้งที่ 2 วัดหลังเรียนจบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ครั้งที่ 3 วัดหลังเรียนจบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 และครั้งสุดท้าย (ครั้งที่ 4) วัดเมื่อสอนจบแผนการจัดการเรียนรู้สุดท้ายคือแผนที่ 8 ซึ่งการวิจัยนี้จะดำเนินการเป็นวงจรต่อเนื่องกันไปตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นทั้งหมด 8 แผน รวมเป็นวงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการ 8 วงจร ดังสรุปวิธีดำเนินการวิจัยตามวงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติการในภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 วิธีดำเนินการวิจัย

แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช

ในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืชของนักเรียน
 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ครอบคลุมทักษะ
 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 8 แผน และครอบคลุมแนวคิดหลัก 4 แนวคิด ได้แก่ 1) ปัจจัย
 ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช 2) กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง 3) การลำเลียงน้ำและอาหาร
 ของพืช และ 4) การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช โดยใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 9 สัปดาห์
 สัปดาห์ละ 1 แผน แผนละ 3 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที รวมทั้งสิ้น 27 คาบเรียน ดังตารางที่ 3.1



ตารางที่ 3.1 แผนที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจำนวนคาบเรียน

แผนการจัดการเรียนรู้	ข้อแนวคิด	จำนวน คาบ เรียน	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์											
			1.การสังเกต	2.การวัด	3.การคำนวณ	4.การจำแนกประเภท	5.การจัดการทำและสื่อความหมายข้อมูล	6.การลงความเห็นจากข้อมูล	7.การพยากรณ์	8.การตั้งสมมติฐาน	9.การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	10.การกำหนดและควบคุมตัวแปร	11.การทดลอง	12.การตีความข้อมูลและลงข้อสรุป
1 เรื่อง ปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช	ปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช	6	✓	✓	✓	-	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓
2 เรื่อง พืชมีการสร้างอาหาร	กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช	3	✓	-	-	-	✓	✓	✓	✓	-	-	✓	✓
3 เรื่อง แสงจำเป็นต่อการสร้างอาหารของพืช	กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช	3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓
4 เรื่อง แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จำเป็นต่อการสร้างอาหารของพืช	กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช	3	✓	-	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5 เรื่อง การลำเลียงน้ำและอาหารของพืช	การลำเลียงน้ำและอาหารของพืช	3	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	-	-	-	✓	✓

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	ชื่อแนวคิด	จำนวน คาบ เรียน	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์											
			1.การสังเกต	2.การวัด	3.การคำนวณ	4.การจำแนกประเภท	5.การจัดการทำและสื่อความหมายข้อมูล	6.การลงความเห็นจากข้อมูล	7.การพยากรณ์	8.การตั้งสมมติฐาน	9.การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	10.การกำหนดและควบคุมตัวแปร	11.การทดลอง	12.การตีความข้อมูลและลงข้อสรุป
6 เรื่อง การลำเลียงน้ำและแร่ธาตุของพืช	การลำเลียงน้ำและอาหารของพืช	3	✓	-	-	-	✓	✓	-	-	-	-	✓	✓
7 เรื่อง การคายน้ำของพืช	การตอบสนองต่อสิ่งของพืช	3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
8 เรื่อง การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช	การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช	3	✓	✓	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓

รายละเอียดและขั้นตอนในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนด้วยการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ของ สสวท. (สสวท., 2550) สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และคู่มือการจัดการเรียนรู้ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ ในเรื่องการดำรงชีวิตของพืช สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ขั้นที่ 2 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช จำนวน 8 แผน ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนประกอบด้วย สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระสำคัญ กิจกรรมการเรียนรู้ตามการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สื่อการเรียนรู้ ใบกิจกรรม บันทึกการเรียนรู้ และเกณฑ์การวัดประเมินผล

ขั้นที่ 3 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหา ภาษา กิจกรรมการเรียนรู้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

ขั้นที่ 4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน และศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษาปทุมธานีเขต 2 1 ท่าน

ขั้นที่ 5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จากขั้นที่ 4 ไปใช้ปฏิบัติการสอนจริง

ขั้นที่ 6 นำข้อความรู้ที่ได้จากการสะท้อนความคิดเห็นการปฏิบัติการสอนในแต่ละแผน ไปใช้ในการปรับปรุงการสอนในแผนต่อไป

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1

ในการตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1 ที่ถามว่า “นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ อย่างไร” ผู้วิจัยใช้แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะเป็นการกำหนดสถานการณ์ปัญหา และให้นักเรียนเขียนคำตอบ โดยมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยใช้วัดในทักษะเดียวกัน จำนวน 12 ทักษะ คือ 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการวัด 3) ทักษะการคำนวณ 4) ทักษะการจำแนกประเภท 5) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 6) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล 7) ทักษะการพยากรณ์ 8) ทักษะการตั้งสมมติฐาน 9) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 10) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 11) ทักษะการทดลอง และ 12) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาเอกสาร หนังสือ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง คือ ตัวชี้วัด และสารการเรียนรู้แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง การดำรงชีวิตของพืชสามารถนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ได้ 12 ทักษะ ดังที่กล่าวแล้วข้างต้น

ขั้นที่ 2 สร้างโครงสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 ฉบับ และกรอบการให้คะแนนคะแนนรายทักษะกระบวนการ โดยการจัดจำแนกกลุ่มคำตอบโดยใช้กรอบการประเมินแบบรูบริกส์ (Scoring Rubric) ดังตารางที่แสดงไว้ในภาคผนวก จ

ขั้นที่ 3 นำโครงสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นทั้ง 4 ฉบับ และกรอบการให้คะแนนคะแนนรายทักษะกระบวนการ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสมเชิงโครงสร้างและเนื้อหาของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความเหมาะสมของสถานการณ์ที่กำหนดและข้อคำถาม และแนวคำตอบ รวมทั้งความเหมาะสมของภาพประกอบ และความถูกต้องของภาษา แล้วนำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

ขั้นที่ 4 นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ฉบับ ที่ทำการแก้ไขปรับปรุงเป็นที่เรียบร้อยแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังรายนามที่กล่าวไว้ในภาคผนวก ก เพื่อให้เกิดความเหมาะสมของสถานการณ์ที่กำหนด ข้อคำถาม และแนวคำตอบ ภาพประกอบ และความต้องต้องของภาษาแต่เนื่องจากบางสถานการณ์ของการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถที่จะวัดได้อย่างสมบูรณ์ เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ซึ่งเป็นข้อจำกัดที่เกิดขึ้นกับแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นนำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะอีกครั้ง

ขั้นที่ 5 นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ฉบับ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มที่ศึกษา เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของภาษาที่ใช้ในการสื่อความหมายของสถานการณ์และข้อคำถาม ภาพประกอบ และเวลาที่เหมาะสมในการทำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละฉบับ จากนั้นนำมาวิเคราะห์และปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง

ขั้นที่ 6 นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ฉบับ ที่แก้ไขปรับปรุงเป็นที่เรียบร้อยแล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความเหมาะสมของสถานการณ์กำหนดข้อคำถาม ภาพประกอบ และภาษาอีกครั้ง จากนั้นปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

ขั้นที่ 7 นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ฉบับ ไปเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มที่ศึกษา ตัวอย่างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แสดงในภาคผนวก จ วิธีการใช้แบบวัดแต่ละฉบับแสดงในตารางผนวก

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2

ในการตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2 ที่ถามว่า “แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีลักษณะอย่างไร” ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลโดย 1) บันทึกสะท้อนความคิดของครู 2) วิดีทัศน์การสอน และ 3) การสัมภาษณ์ของนักเรียนแบบกลุ่ม โดยมีรายละเอียดของแต่ละวิธีดังนี้

บันทึกสะท้อนความคิดของครู

ขั้นที่ 1 สร้างกรอบแนวคิดตามกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ตามแนวทางของ สสวท. (สสวท., 2546) โดยเน้นการวิเคราะห์ประเด็นสำคัญ 4 ประเด็น คือ 1) กิจกรรมการเรียนรู้แต่ละขั้น 2) ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3) แนวทางการแก้ไขเมื่อเกิดข้อบกพร่องในจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4) สิ่งที่ได้เรียนรู้จากการปฏิบัติการสอน

ขั้นที่ 2 นำกรอบแนวคิดและประเด็นในการบันทึกสะท้อนความคิด เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม และครอบคลุมของประเด็นในการสะท้อนความคิด จากนั้นนำไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

ขั้นที่ 3 นำกรอบในการบันทึกสะท้อนความคิดที่ได้รับการแก้ไขเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ไปใช้บันทึกสะท้อนความคิด หลังการสอนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

วิดิทัศน์การสอน

วิดิทัศน์การสอน เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้วิจัยสามารถทำการสังเกตการปฏิบัติการสอนของตนเองได้อย่างครอบคลุม ทั้งพฤติกรรมการสอนของตนเอง และพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน รวมทั้งบทสนทนาที่แสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียน ตามกรอบแนวคิดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยก่อนการบันทึกวิดิทัศน์เพื่อเก็บข้อมูลจริง ผู้วิจัยได้ทำการทดลองบันทึกวิดิทัศน์การสอนกับกลุ่มที่ศึกษาในบทเรียนก่อนหน้า เพื่อให้นักเรียนและตัวผู้วิจัยเองเกิดความเคยชินกับการถูกบันทึกวิดิทัศน์ เพื่อให้พฤติกรรมที่แสดงออกไปตามธรรมชาติเมื่อถึงเวลาปฏิบัติการสอนในเรื่องที่ทำการศึกษาวิจัยจริง

การสัมภาษณ์นักเรียนแบบกลุ่ม

ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์นักเรียนแบบกลุ่ม โดยทำการสัมภาษณ์นักเรียนจำนวน 6 คน จากแต่ละกลุ่ม เมื่อเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผน และเวียนกันไปจนครบทุกคน ซึ่งการสัมภาษณ์นักเรียนทำให้ผู้วิจัยได้ทราบความรู้สึก ปัญหาอุปสรรค และข้อเสนอแนะต่างๆ ของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนการสร้างประเด็นในการสัมภาษณ์ ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดประเด็นการสัมภาษณ์นักเรียน ตามกรอบแนวคิดของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตามการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ได้แก่ 1) ความคิดเห็นเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนรู้ 2) ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้ และ 3) ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 2 นำประเด็นในการสัมภาษณ์นักเรียนเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม และครอบคลุมของประเด็นในการสัมภาษณ์ จากนั้นปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

ขั้นที่ 3 นำประเด็นการสัมภาษณ์ที่ได้รับการแก้ไขเรียบร้อยแล้ว ไปใช้สัมภาษณ์นักเรียนหลังเสร็จสิ้นการสอนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1

ผู้วิจัยเตรียมความพร้อมก่อนการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการทำข้อตกลงกับนักเรียน เกี่ยวกับเวลาที่ใช้ในการทำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแจ้งวัตถุประสงค์ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญของการทำแบบวัดเพื่อให้นักเรียนตอบคำถามจากการทำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างเต็มความสามารถ โดยใช้เวลาในการทำแบบวัดทักษะฉบับละ 1 ชั่วโมง และเมื่อนักเรียนทำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เสร็จแล้ว ผู้วิจัยตรวจสอบความสมบูรณ์ครบถ้วนของข้อมูลในการตอบแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อีกครั้ง จากนั้นกล่าวชมเชยนักเรียนที่ให้ความร่วมมือในการทำแบบวัด โดยรายละเอียดของการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละฉบับแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการดำรงชีวิตของพืช และเวลาที่ใช้แบบวัด

แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	การใช้แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ฉบับที่ 1	วัดก่อนเรียน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1
ฉบับที่ 2	วัดหลังเรียน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3
ฉบับที่ 3	วัดหลังเรียน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6
ฉบับที่ 4	วัดหลังเรียน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8(แผนสุดท้าย)

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1

ผู้วิจัยนำคำตอบที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มาวิเคราะห์คำตอบเป็นรายชื่อของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยอ่านคำตอบของนักเรียนทีละข้ออย่างละเอียดและจัดแบ่งกลุ่มคำตอบของนักเรียน โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนน แบบรูบริกส์ (Rubric Score) คือ กลุ่มของนักเรียน ไม่มีทักษะ กลุ่มที่มีทักษะ ไม่สมบูรณ์ และกลุ่มที่มีทักษะ ดังแสดง ในตารางผนวก จ จากนั้นหาค่าความถี่ร้อยละของจำนวนนักเรียนในแต่ละทักษะ

การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2

ผู้วิจัยใช้บันทึกสะท้อนความคิด วิดีทัศน์การสอน และการสัมภาษณ์นักเรียนแบบกลุ่ม โดยก่อนการจัดการเรียนสอนในแต่ละครั้ง ผู้วิจัยจัดเตรียมความพร้อมของกล้องถ่ายวิดีโอทัศน์และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องต่างๆ ให้พร้อมเพื่อบันทึกการสอนในชั้นเรียนของตนเองตามแผนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เมื่อเริ่มสอนทำการบันทึกวิดีโอทัศน์การสอนของตนเอง และหลังจากสอนเสร็จ ผู้วิจัยใช้วิธีการจับฉลากตัวแทนกลุ่ม โดยไม่ให้เข้ากันเพื่อสัมภาษณ์นักเรียนแบบกลุ่มตามประเด็นคำถามที่กำหนด จากนั้นผู้วิจัยเขียนบันทึกสะท้อนความคิดของตนเองหลังจากสอนเสร็จตามกรอบแนวคิดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จากนั้นผู้วิจัยกลับมาย้อนดูวิดีโอทัศน์การสอน และบันทึกสะท้อนความคิดเพิ่มเติม ผู้วิจัยตรวจสอบความครอบคลุมของการบันทึกสะท้อนความคิดตามกรอบอีกครั้ง จากนั้นนำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2

ในการตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2 ที่ถามว่า “เทคนิควิธีในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่สนับสนุนการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีลักษณะอย่างไร” ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากบันทึกสะท้อนความคิด วิดีทัศน์การสอน และบันทึกการสัมภาษณ์ของนักเรียนแบบกลุ่ม โดยใช้วิธีวิเคราะห์แบบอุปนัย (Inductive Analysis) (ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์, 2544) ซึ่งมีขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

ขั้นที่ 1 อ่านบันทึกสะท้อนความคิดและข้อความที่ถอดจากเทปการสัมภาษณ์นักเรียน หลังเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ตามกรอบแนวคิดที่สร้างขึ้น ได้แก่ กิจกรรมที่ใช้ ผลของการใช้ กิจกรรม แนวทางการแก้ไขและสิ่งที่ได้เรียนรู้

ขั้นที่ 2 สรุปประเด็นสำคัญที่ได้เรียนรู้จากการปฏิบัติการสอนในแผนที่ 1 ตามขั้นของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มี 5 ขั้น

ขั้นที่ 3 นำประเด็นสำคัญที่ได้เรียนรู้จากแผนที่ 1 ไปพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป

ขั้นที่ 4 ทำขั้นที่ 1 ถึง ขั้นที่ 3 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่เหลือทีละแผนตามลำดับ

ขั้นที่ 5 นำประเด็นสำคัญที่ได้เรียนรู้จากการปฏิบัติการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 8 แผน มาอ่านอย่างละเอียดเพื่อวิเคราะห์ความเหมือนและความต่างและมองหารูปแบบของเทคนิควิธีที่ช่วยสนับสนุนการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ขั้นที่ 6 สรุปข้อค้นพบของเทคนิควิธีในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่สนับสนุนการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ตามขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่ประกอบด้วย 5 ขั้น

บทที่ 4

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และเพื่อค้นหาเทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่สนับสนุนการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยในการรายงานผลการวิจัยจะรายงานตามคำถามวิจัย ดังนี้

คำถามวิจัยข้อที่ 1 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างไร ก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

คำถามวิจัยข้อที่ 2 เทคนิควิธีในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่สนับสนุนการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีลักษณะอย่างไร

**ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียน
ระหว่างเรียน และหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้**

การตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1 ผู้วิจัยทำการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 12 ทักษะของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องการดำรงชีวิตของพืช โดยใช้แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 4 ฉบับ ฉบับที่ 1 วัดก่อนเรียน ฉบับที่ 2 และ 3 วัดระหว่างเรียน และฉบับที่ 4 วัดหลังเรียน เมื่อจบทุกแผนการจัดการเรียนรู้

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทุกคนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นกว่าก่อนเรียน โดยค่าความถี่และร้อยละของจำนวนนักเรียนในแต่ละทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 4.1 ค่าความถี่และร้อยละของจำนวนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในแต่ละทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

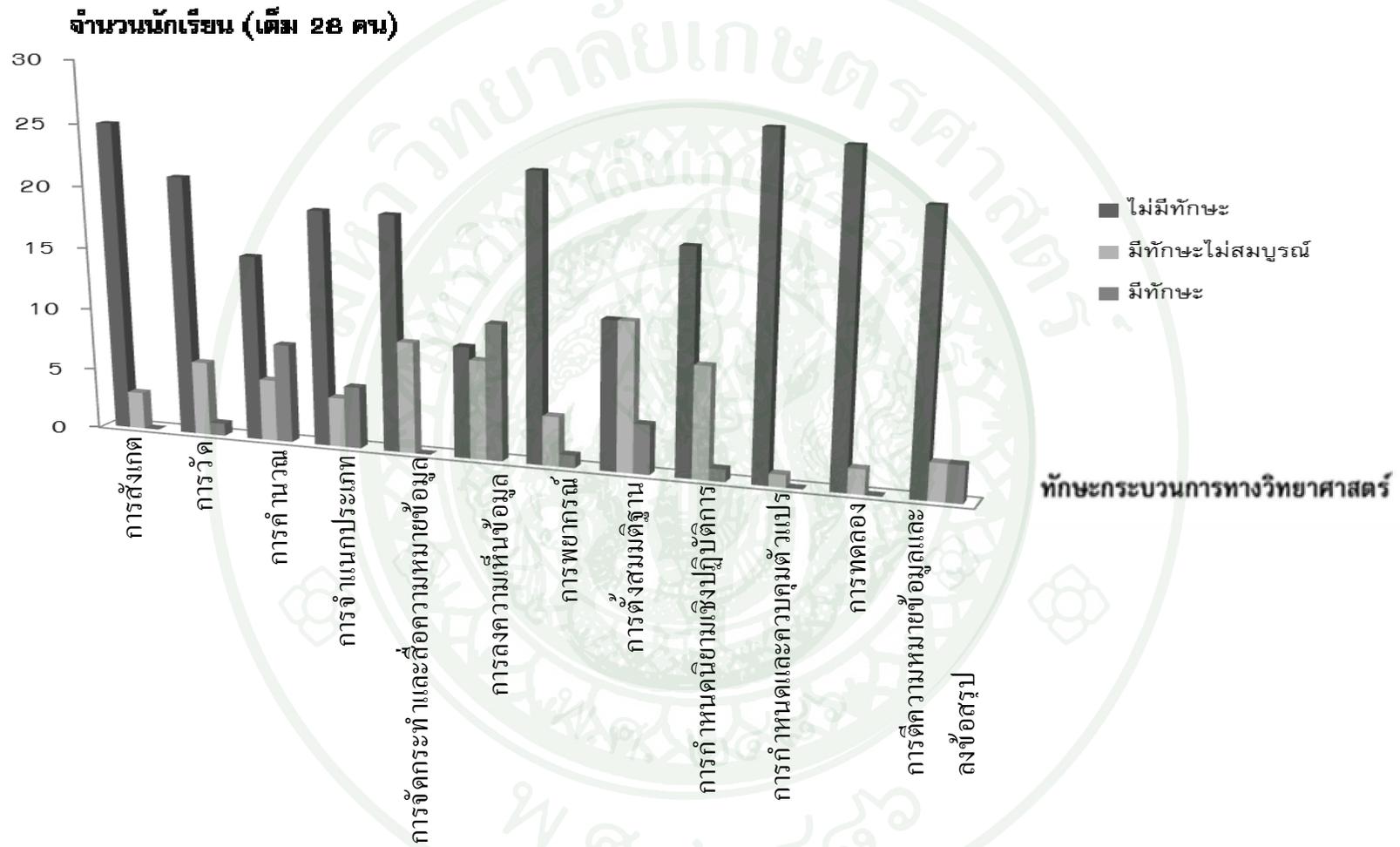
ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	ความถี่และร้อยละของจำนวนนักเรียนในแต่ละทักษะ											
	ก่อนเรียน			ระหว่างเรียน ครั้งที่ 1			ระหว่างเรียน ครั้งที่ 2			หลังเรียน		
	ไม่มีทักษะ	มีทักษะไม่สมบูรณ์	มีทักษะ	ไม่มีทักษะ	มีทักษะไม่สมบูรณ์	มีทักษะ	ไม่มีทักษะ	มีทักษะไม่สมบูรณ์	มีทักษะ	ไม่มีทักษะ	มีทักษะไม่สมบูรณ์	มีทักษะ
1. การสังเกต	25 (89.3)	3 (10.7)	0 (0.0)	5 (17.9)	9 (32.1)	14 (50.0)	7 (25.0)	8 (28.6)	13 (46.4)	2 (7.1)	10 (35.7)	16 (57.1)
2. การวัด	21 (75.0)	6 (21.4)	1 (3.6)	11 (39.3)	13 (46.4)	4 (14.3)	11 (39.3)	10 (35.7)	7 (25.0)	9 (32.1)	3 (10.7)	16 (57.1)
3. การคำนวณ	15 (53.6)	8 (17.9)	8 (28.6)	9 (32.1)	2 (7.1)	17 (60.7)	10 (35.7)	5 (17.9)	13 (46.4)	3 (10.7)	12 (42.9)	13 (46.4)
4. การจำแนกประเภท	19 (67.9)	4 (14.3)	5 (17.9)	19 (67.9)	0 (0.0)	9 (32.1)	13 (46.4)	5 (17.9)	10 (35.7)	6 (21.4)	7 (25.0)	15 (53.6)
5. การจัดกระทำและสื่อ ความหมายข้อมูล	19 (67.9)	9 (32.1)	0 (0.0)	9 (32.1)	16 (57.1)	3 (10.7)	8 (28.6)	4 (14.3)	16 (57.1)	7 (25.0)	6 (21.4)	15 (53.6)
6. การลงความเห็นข้อมูล	9 (32.1)	8 (28.6)	11 (39.3)	5 (17.9)	7 (25.0)	16 (57.1)	12 (42.9)	4 (14.3)	12 (42.9)	4 (14.3)	10 (35.7)	14 (50.0)

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

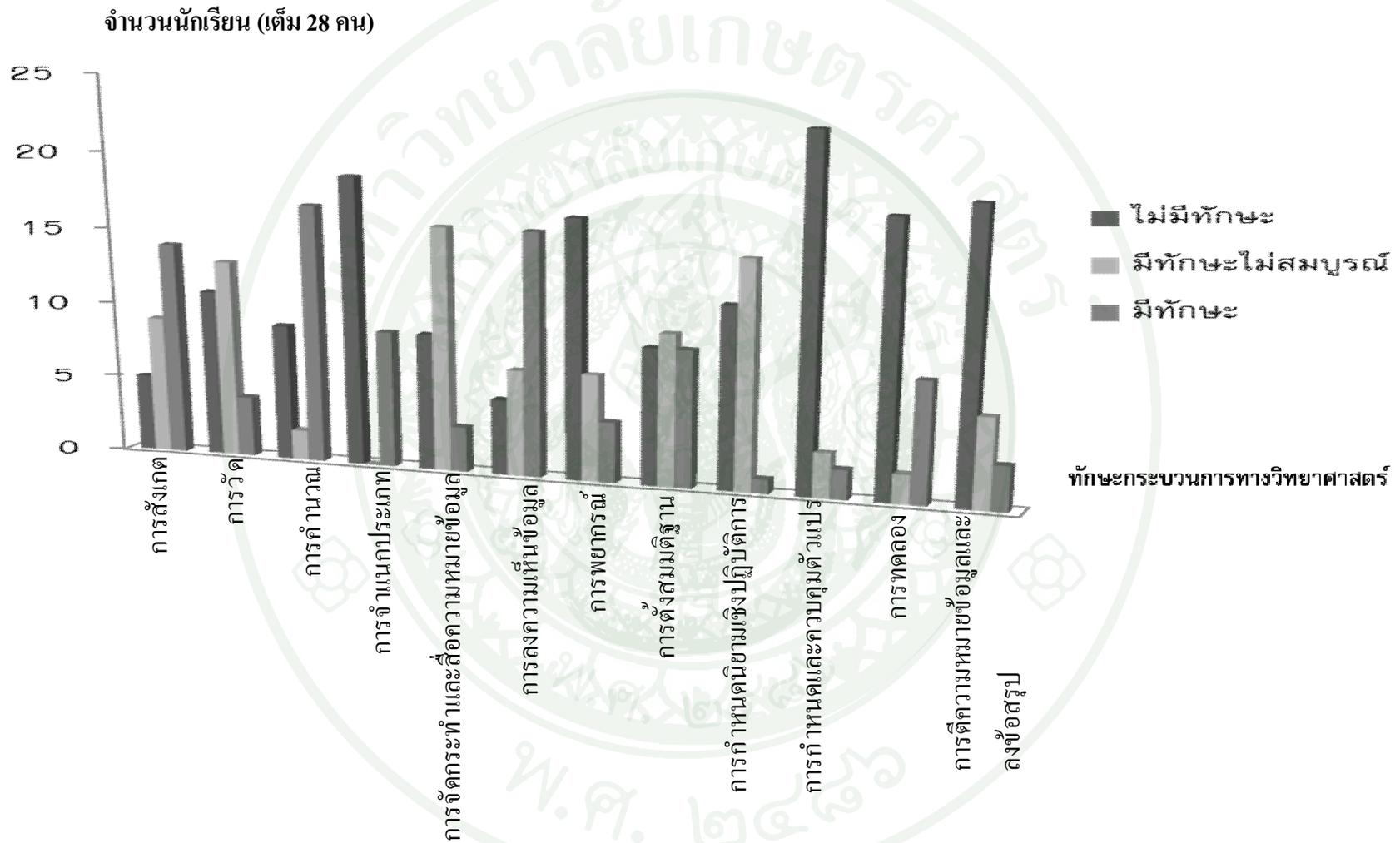
ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	ความถี่และร้อยละของจำนวนนักเรียนในแต่ละทักษะ											
	ก่อนเรียน			ระหว่างเรียน ครั้งที่ 1			ระหว่างเรียน ครั้งที่ 2			หลังเรียน		
	ไม่มีทักษะ	มีทักษะไม่สมบูรณ์	มีทักษะ	ไม่มีทักษะ	มีทักษะไม่สมบูรณ์	มีทักษะ	ไม่มีทักษะ	มีทักษะไม่สมบูรณ์	มีทักษะ	ไม่มีทักษะ	มีทักษะไม่สมบูรณ์	มีทักษะ
7. การพยากรณ์	23 (82.1)	4 (14.3)	1 (3.6)	17 (60.7)	7 (25.0)	4 (14.3)	9 (32.1)	7 (25.0)	12 (42.9)	7 (25.0)	7 (25.0)	14 (50.0)
8. การตั้งสมมติฐาน	12 (42.9)	12 (42.9)	4 (14.3)	9 (32.1)	10 (35.7)	9 (32.1)	12 (42.9)	1 (3.6)	15 (53.6)	6 (21.4)	9 (32.1)	13 (46.4)
9. การกำหนดนิยาม เชิงปฏิบัติการ	18 (64.3)	9 (32.1)	1 (3.6)	12 (42.9)	15 (53.6)	1 (3.6)	5 (17.9)	0 (0.0)	23 (82.1)	3 (10.7)	3 (10.7)	22 (78.6)
10. การกำหนดและ ควบคุมตัวแปร	27 (96.4)	1 (3.6)	0 (0.0)	23 (82.1)	3 (10.7)	2 (7.1)	8 (28.6)	7 (25.0)	13 (46.4)	6 (21.4)	10 (35.7)	12 (42.9)
11. การทดลอง	26 (92.9)	2 (7.1)	0 (0.0)	18 (64.3)	2 (7.1)	8 (28.6)	5 (17.9)	17 (60.7)	6 (21.4)	7 (25.0)	2 (7.1)	19 (67.9)
12. การตีความหมาย ข้อมูลและลงข้อสรุป	22 (78.6)	3 (10.7)	3 (10.7)	19 (67.9)	6 (21.4)	3 (10.7)	8 (28.6)	14 (50.0)	6 (21.4)	5 (17.9)	7 (25.0)	16 (57.1)

จากตารางที่ 4.1 ค่าความถี่และร้อยละของจำนวนนักเรียนในแต่ละทักษะ ก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน จากแบบวัด 4 ฉบับ พบว่าโดยภาพรวมนักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนเพิ่มขึ้นกว่าก่อนเรียนในทุกทักษะ ดังแสดงในภาพที่ 4.1, 4.2, 4.3 และ 4.4 ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มนักเรียนที่ไม่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่สมบูรณ์ และกลุ่มนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

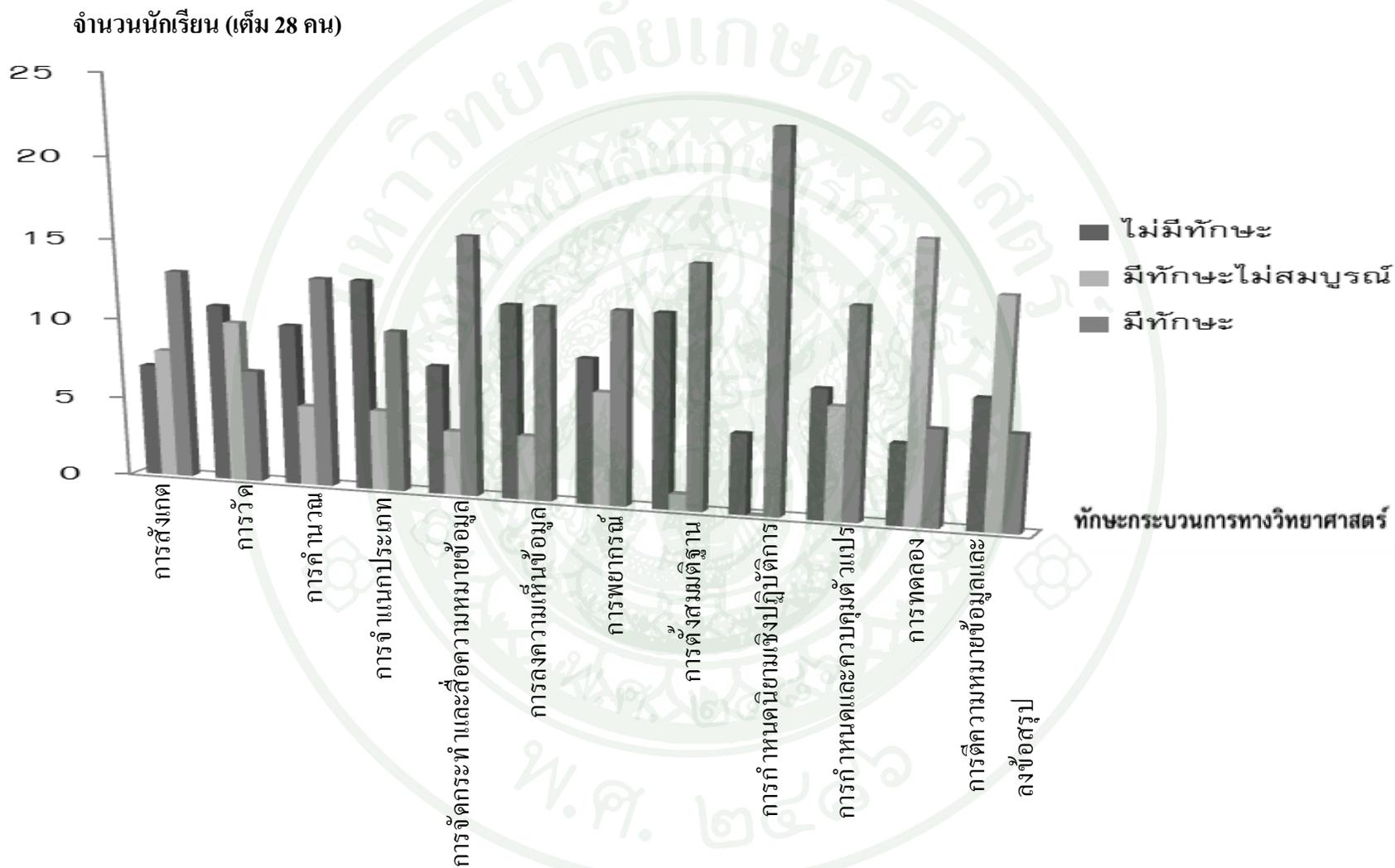




ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงความถี่ของจำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ฉบับที่ 1 (ก่อนเรียน)



ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงความถี่ของจำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ฉบับที่ 2 (ระหว่างเรียน)



ภาพที่ 4.3 กราฟแสดงความถี่ของจำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ฉบับที่ 3 (ระหว่างเรียน)

จากตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.1, 4.2, 4.3 และ 4.4 แสดงข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยมีรายละเอียดของพัฒนาการรายทักษะดังนี้

ทักษะการสังเกต

จากตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.1, 4.2, 4.3 และ 4.4 พบว่าก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่ไม่มีทักษะการสังเกต (25 คน ร้อยละ 89.3) รองลงมา พบว่านักเรียนอยู่ในกลุ่มที่มีทักษะการสังเกตไม่สมบูรณ์ (3 คน ร้อยละ 10.7) และไม่มีนักเรียนคนใดอยู่ในกลุ่มที่มีทักษะการสังเกต

เมื่อหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่มีทักษะการสังเกต (16 คน ร้อยละ 57.1) รองลงมาอยู่ในกลุ่มที่มีทักษะการสังเกตไม่สมบูรณ์ (10 คน ร้อยละ 35.7) และพบว่ามึนักเรียน 2 คน ยังไม่มีทักษะการสังเกต

นอกจากนี้ผู้วิจัยพบว่า สาเหตุที่มีนักเรียนในกลุ่มที่ไม่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างเรียนครั้งที่ 1 สูงกว่าครั้งที่ 2 เป็นเพราะข้อคำถามจากสถานการณ์ที่ใช้ในแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับที่ 3 มีลักษณะไม่ชัดเจนทำให้นักเรียนส่วนใหญ่ตอบคำถามเกินสิ่งที่ผู้วิจัยต้องการวัด (ทักษะการสังเกต) คือนักเรียนใส่ความคิดเห็นลงไปจึงจัดเป็นคำตอบที่ผิดตามเกณฑ์การพิจารณาแบบรูบริกส์ จากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ฉบับที่ ดังแสดงในภาคผนวก ค ดังตัวอย่างคำตอบจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้านล่าง

1. จากภาพสถานการณ์ปัญหาที่ 1 ให้นักเรียนบรรยายลักษณะของมะเขือในตะกร้าที่สังเกตเห็นมาอย่างละเอียด (ทักษะการสังเกต 2 คะแนน)
ตอบ ผลมะเขือมีสายพันธุ์ที่แตกต่างกัน ทำให้มีขนาด และรูปร่างแตกต่างกันด้วย บางผลมีสีเขียว บางผลม่วงอ่อน และบางผลมีสีม่วงเข้ม บางผลกลม บางผลยาว และบางผลรี

(ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนเลขที่ 4 จากแบบวัดทักษะฉบับที่ 3 ข้อ 1)

1. จากภาพสถานการณ์ปัญหาที่ 1 ให้นักเรียนบรรยายลักษณะของมะเขือในตะกร้าที่สังเกตเห็นมาอย่างละเอียด (ทักษะการสังเกต 2 คะแนน)

ตอบ มะเขือบางลูกมี สีม่วงเข้ม สีม่วงอ่อน และสีเขียว และมีรูปร่างยาว กลม และกลมรี

(ตัวอย่างคำตอบที่ถูกต้อง จากแบบวัดทักษะฉบับที่ 3 ข้อ 1)

จะเห็นได้ว่านักเรียนได้ใส่คำตอบในลักษณะลงความเห็นร่วมกับการสังเกต ดังเช่นข้อความ “ผลมะเขือมีสายพันธุ์ที่แตกต่างกัน” ซึ่งต่อมาผู้วิจัยได้นำผลคำตอบของนักเรียนมาชี้แนะในคาบเรียนและฝึกทักษะการสังเกตในกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้เห็นว่าความแตกต่างของการลงความเห็นข้อมูลกับสิ่งที่ตนเองสังเกตเป็นอย่างไร และเมื่อนักเรียนได้เรียนผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จนถึงสิ้นสุดกระบวนการจัดการเรียนสอนและทำการวัดทักษะกระบวนการครั้งสุดท้าย พบว่า นักเรียนมีทักษะการสังเกตสูงขึ้น โดยสามารถบอกและอธิบายลักษณะที่สังเกตเห็น โดยไม่ใส่ความคิดเห็นส่วนตัวลงไป ดังตัวอย่างคำตอบจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้านล่าง

2. จากสถานการณ์ปัญหาที่ 2 อะไรคือข้อมูลที่หลิวิได้จากาสงกต (ทักษะการสังเกต 2 คะแนน)

ตอบ กระถางที่ 1 มีการเจริญเติบโตมากกว่ากระถางที่ 2 จะสังเกตได้จากมีการแตกใบอ่อน ยอดอ่อน มีดอกตูมเกิดขึ้น มีความสูงมากขึ้น

(ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนเลขที่ 4 จากแบบวัดทักษะฉบับที่ 4 ข้อ 2)

2. จากสถานการณ์ปัญหาที่ 2 อะไรคือข้อมูลที่หลิวิได้จากาสงกต (ทักษะการสังเกต 2 คะแนน)

ตอบ สีของใบ การแตกยอดอ่อน ใบอ่อน ดอกอ่อน ความสูงที่มีการเปลี่ยนแปลง

(ตัวอย่างคำตอบที่ถูกต้อง จากแบบวัดทักษะฉบับที่ 4 ข้อ 2)

ทักษะการวัด

จากตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.1, 4.2, 4.3 และ 4.4 พบว่าก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่ไม่มีทักษะการวัด (21 คน ร้อยละ 75) รองลงมาพบว่านักเรียนอยู่ในกลุ่มที่มีทักษะการวัดไม่สมบูรณ์ (6 คน ร้อยละ 21.4) และมีนักเรียนอยู่ในกลุ่มที่มีทักษะการวัด (1 คน ร้อยละ 3.6)

เมื่อหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่มีทักษะการวัด (16 คน ร้อยละ 57.1) รองลงมาอยู่ในกลุ่มที่มีทักษะการวัดไม่สมบูรณ์ (3 คน ร้อยละ 10.7) และพบว่ามึนักเรียน 9 คน ที่อยู่ในกลุ่มไม่มีทักษะการวัด

จากการตรวจสอบคำตอบของนักเรียนในแบบวัดพบว่านักเรียนส่วนใหญ่เลือกใช้หน่วยการวัดและระบุหน่วยวัดไม่ถูกต้อง เช่น นักเรียนใช้ไม้บรรทัดที่รายงานผลเป็นนิ้วมาใส่หน่วยเป็นเซนติเมตร หรือรายงานผลเป็นเซนติเมตรมาใส่หน่วยเป็นนิ้ว ดังตัวอย่างคำตอบจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้านล่าง

3. จากสถานการณ์ปัญหาที่ 2 ให้นักเรียนวัดความสูงของต้นข้าวโพดในภาพ ทั้ง 4 สภาวะ (ทักษะการวัด 2 คะแนน)

ตอบ สภาวะที่ 1 สูง 1 เซนติเมตร 2 ซีด สภาวะที่ 2 สูง 9 เซนติเมตร 3 ซีด

สภาวะที่ 3 สูง 8 เซนติเมตร 1 ซีดครึ่ง สภาวะที่ 4 สูง 5 เซนติเมตร 2 ซีด

(ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนเลขที่ 11 จากแบบวัดทักษะฉบับที่ 1 ข้อ 3)

3. จากสถานการณ์ปัญหาที่ 2 ให้นักเรียนวัดความสูงของต้นข้าวโพดในภาพ ทั้ง 4 สภาวะ (ทักษะการวัด 2 คะแนน)

ตอบ ต้นข้าวโพด สภาวะที่ 1 สูง 12 เซนติเมตร ต้นข้าวโพด สภาวะที่ 2 สูง 9 เซนติเมตร

ต้นข้าวโพด สภาวะที่ 3 สูง 8 เซนติเมตร ต้นข้าวโพด สภาวะที่ 4 สูง 4 เซนติเมตร

(ตัวอย่างคำตอบที่ถูกต้อง จากแบบวัดทักษะฉบับที่ 1 ข้อ 3)

แต่หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ครบทุกแผน พบว่า จำนวนนักเรียนที่มีทักษะการวัดสูงขึ้น โดยสามารถวัดความสูงของต้นข้าวโพดและใส่หน่วยได้ถูกต้องทั้งหมด ตลอดจนสามารถเลือกเครื่องมือในการวัดได้เหมาะสม ดังตัวอย่างคำตอบจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้านล่าง

8. จากสถานการณ์ปัญหาที่ 2 หลิวควรใช้เครื่องมือใดในการควบคุมปริมาณน้ำที่ไร่รดให้เท่ากัน (ทักษะการวัด 2 คะแนน)

ตอบ บัวรดน้ำที่มีขีดระดับบอกปริมาตรของน้ำ เพื่อในแต่ละครั้งน้ำจะได้เท่ากัน

(ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนเลขที่ 11 จากแบบวัดทักษะฉบับที่ 4 ข้อ 8)

8. จากสถานการณ์ปัญหาที่ 2 หลิวควรใช้เครื่องมือใดในการควบคุมปริมาณน้ำที่ใช้รดให้เท่ากัน (ทักษะการวัด 2 คะแนน)

ตอบ ภาชนะที่มีระดับบอกค่าปริมาตรของน้ำ เช่น บีกเกอร์ และกระบอกตวง

(ตัวอย่างคำตอบที่ถูกต้อง จากแบบวัดทักษะฉบับที่ 4 ข้อ 8)

ทักษะการคำนวณ

จากตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.1, 4.2, 4.3 และ 4.4 พบว่าก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่ไม่มีทักษะการคำนวณ (15 คน ร้อยละ 53.6) รองลงมาพบว่านักเรียนอยู่ในกลุ่มที่มีทักษะการคำนวณ ไม่สมบูรณ์ (5 คน ร้อยละ 17.9) และมีนักเรียนบางส่วนในกลุ่มที่มีทักษะการคำนวณ (8 คน ร้อยละ 28.6)

เมื่อหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่มีทักษะการคำนวณ (13 คน ร้อยละ 46.4) รองลงมาอยู่ในกลุ่มที่มีทักษะการคำนวณ ไม่สมบูรณ์ (12 คน ร้อยละ 42.9) และพบว่ามีนักเรียน 3 คน ที่อยู่ในกลุ่มไม่มีทักษะการคำนวณ

จากการตรวจสอบของผู้วิจัยพบว่าสาเหตุที่คะแนนระหว่างเรียนครั้งที่ 1 สูงกว่าครั้งที่ 2 เป็นเพราะข้อคำถามจากสถานการณ์ที่ใช้ในแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับที่ 3 มีลักษณะผลของคำตอบ ที่วัดได้เป็นตัวเลขที่มีจุดทศนิยม ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่มีโอกาสนำมาใช้วิธีการลบคำนวณตัวเลขผิดพลาดได้ เนื่องจากต้องอาศัยพื้นฐานความรู้ในเรื่องทศนิยมในวิชาคณิตศาสตร์ร่วมด้วย ทำให้คำตอบที่ได้คลาดเคลื่อน นอกจากนี้พบว่านักเรียนบางคนสามารถคำนวณคำตอบได้อย่างถูกต้อง แต่นักเรียนไม่เขียนหน่วยกำกับหรือใส่หน่วยผิด โดยการวัด ผู้วิจัยได้ให้เครื่องมือให้การวัดเป็นไม้บรรทัดลักษณะชนิดเหมือนกันให้กับนักเรียนทุกคน ดังตัวอย่างคำตอบจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนด้านล่าง

4. จากภาพความสูงของต้นข้าวโพดหวานที่สูงที่สุดมีความแตกต่างจากต้นข้าวโพดหวานที่เตี้ยที่สุดอยู่เท่าใด (ทักษะการคำนวณ 2 คะแนน)

ตอบ เพราะว่าสภาวะที่ 1 ปลูกฤดูวิธี แต่ที่ สภาวะที่ 4 ปลูกผิดวิธี

(ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนเลขที่ 25 จากแบบวัดทักษะฉบับที่ 1 ข้อ 4)

4. จากภาพความสูงของต้นข้าวโพดหวานที่สูงที่สุดมีความแตกต่างจากต้นข้าวโพดหวานที่เตี้ยที่สุดอยู่เท่าใด (ทักษะการคำนวณ 2 คะแนน)

ตอบ 8 เซนติเมตร

(ตัวอย่างคำตอบที่ถูกต้อง จากแบบวัดทักษะฉบับที่ 1 ข้อ 4)

เมื่อนักเรียนผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แล้วครบทุกแผนแล้ว พบว่า จำนวนนักเรียนที่มีทักษะการคำนวณสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน โดยสามารถคำนวณคำตอบและระบุหน่วยได้ถูกต้อง ดังตัวอย่างคำตอบจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนด้านล่าง

9. จากสถานการณ์ปัญหาที่ 2 ต้นกุหลาบในกระถางที่ 1 สูงมากกว่าต้นกุหลาบในกระถางที่ 2 เท่าใด (ทักษะการคำนวณ 2 คะแนน)

ตอบ 10 เซนติเมตร

(ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนเลขที่ 25 จากแบบวัดทักษะฉบับที่ 4 ข้อ 9)

9. จากสถานการณ์ปัญหาที่ 2 ต้นกุหลาบในกระถางที่ 1 สูงมากกว่าต้นกุหลาบในกระถางที่ 2 เท่าใด (ทักษะการคำนวณ 2 คะแนน)

ตอบ ต้นกุหลาบกระถางที่ 1 สูงกว่าต้นกุหลาบในกระถางที่ 2 เท่ากับ 10 เซนติเมตร

(ตัวอย่างคำตอบที่ถูกต้อง จากแบบวัดทักษะฉบับที่ 4 ข้อ 9)

ทักษะการจำแนกประเภท

จากตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.1, 4.2, 4.3 และ 4.4 พบว่าก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่ไม่มีทักษะการจำแนกประเภท (19 คน ร้อยละ 67.9) รองลงมาพบว่านักเรียนอยู่ในกลุ่มที่มีทักษะการจำแนกประเภทไม่สมบูรณ์ (4 คน ร้อยละ 14.3) และมีนักเรียนบางส่วนอยู่ในกลุ่มที่มีทักษะการจำแนกประเภท (5 คน ร้อยละ 17.9)

เมื่อหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่มีทักษะการจำแนกประเภท (15 คน ร้อยละ 53.6) รองลงมาอยู่ในกลุ่มที่มีทักษะการจำแนกประเภทไม่สมบูรณ์ (7 คน ร้อยละ 25) และพบว่ามึนักเรียน 6 คน ที่อยู่ในกลุ่มที่ไม่มีทักษะการจำแนกประเภท

จากการตรวจสอบคำตอบของนักเรียนในแบบวัดก่อนเรียนและระหว่างเรียน พบว่า นักเรียนไม่สามารถจัดกลุ่มลักษณะที่เหมือนกันของเหตุการณ์ที่กำหนดให้ได้ นอกจากนี้พบว่านักเรียนจะใช้สถานการณ์ทั้งหมดที่กำหนดให้มาเขียนเป็นคำตอบโดยขาดการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทำการจัดจำแนก ดังตัวอย่างแสดงคำตอบจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนด้านล่าง

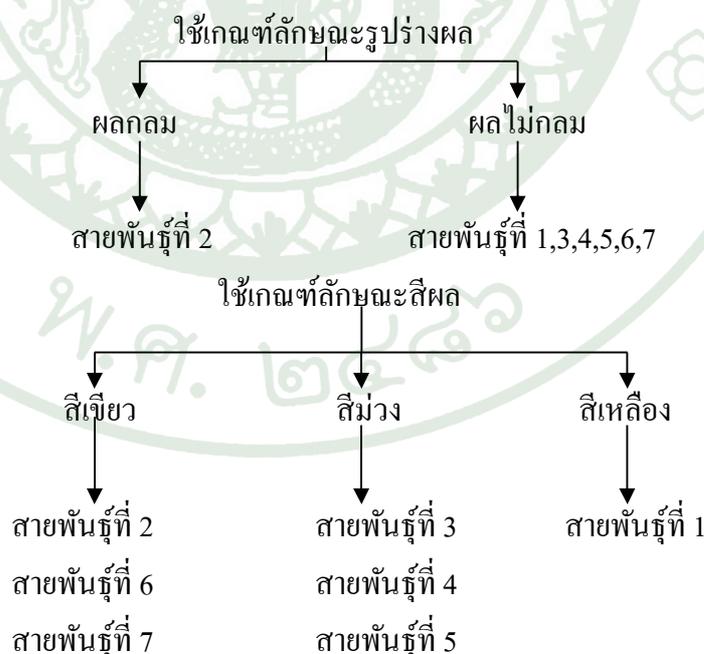
1. จากสถานการณ์ปัญหาที่ 1 นักเรียนจะจำแนกลักษณะของผลมะม่วง ได้อย่างไร
(ทักษะการจำแนกประเภท 2 คะแนน)

ตอบ นิคมีสวนมะม่วง 7 สายพันธุ์ ซึ่งออกผลที่แตกต่างกัน เช่น สายพันธุ์ที่ 1 มีสีเหลือง, สายพันธุ์ที่ 2 เป็นลูกกลม มีสีเขียวแก่, สายพันธุ์ที่ 3 มีสีชมพูและสีเขียว มีลักษณะเป็นรูปวงรี, สายพันธุ์ที่ 4 เป็นลูกยาวๆ มีสีชมพู สีเหลือง และสีเขียว, สายพันธุ์ที่ 5 มีสีชมพูอมแดง, สายพันธุ์ที่ 6 มีสีเขียวอ่อน, สายพันธุ์ที่ 7 มีสีเขียวแก่

(ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนเลขที่ 15 จากแบบวัดทักษะฉบับที่ 1 ข้อ 1)

1. จากสถานการณ์ปัญหาที่ 1 นักเรียนจะจำแนกลักษณะของผลมะม่วง ได้อย่างไร
(ทักษะการจำแนกประเภท 2 คะแนน)

ตอบ



(ตัวอย่างคำตอบที่ถูกต้อง จากแบบวัดทักษะฉบับที่ 1 ข้อ 1)

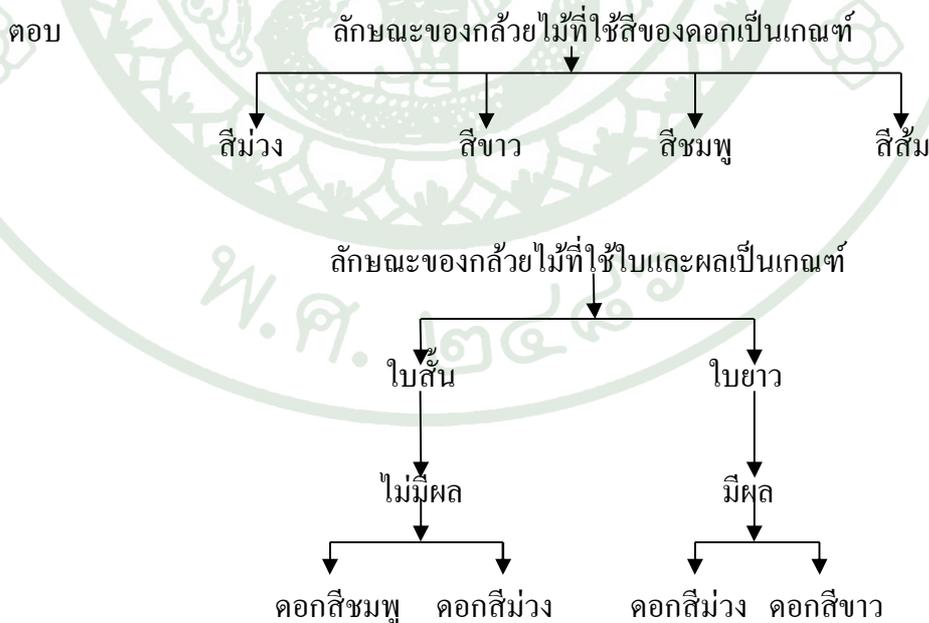
เมื่อนักเรียนผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จนครบทุกแผนแล้ว พบว่า จำนวนนักเรียนที่มีทักษะการจำแนกประเภทสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน โดยสามารถบอกเกณฑ์การจำแนกได้ถูกต้องและสามารถจำแนกได้ตามเกณฑ์ ดังตัวอย่างแสดงคำตอบจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนด้านล่าง

1. จากสถานการณ์ปัญหาที่ 1 นักเรียนจะใช้เกณฑ์ใดในการจำแนกกล้วยไม้ของชาวสวนนี้ ให้บอกมา 2 เกณฑ์ (ทักษะการจำแนกประเภท 2 คะแนน)



(ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนเลขที่ 15 จากแบบวัดทักษะฉบับที่ 4 ข้อ 1)

1. จากสถานการณ์ปัญหาที่ 1 นักเรียนจะใช้เกณฑ์ใดในการจำแนกกล้วยไม้ของชาวสวนนี้ ให้บอกมา 2 เกณฑ์ (ทักษะการจำแนกประเภท 2 คะแนน)



(ตัวอย่างคำตอบที่ถูกต้อง จากแบบวัดทักษะฉบับที่ 4 ข้อ 1)

ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

จากตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.1, 4.2, 4.3 และ 4.4 พบว่าก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่ไม่มีทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (19 คน ร้อยละ 67.9) รองลงมาพบว่านักเรียนอยู่ในกลุ่มที่มีทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลไม่สมบูรณ์ (9 คน ร้อยละ 32.1) และไม่มีนักเรียนคนใดอยู่ในกลุ่มที่มีทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

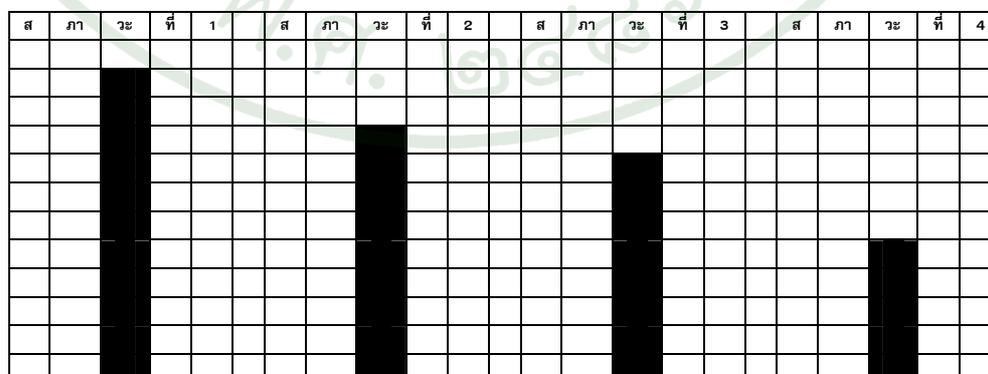
เมื่อหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่มีทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (15 คน ร้อยละ 53.6) รองลงมาอยู่ในกลุ่มที่มีทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลไม่สมบูรณ์ (6 คน ร้อยละ 21.4) และพบว่านักเรียน 7 คนที่อยู่ในกลุ่มที่ไม่มีทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

จากการตรวจสอบคำตอบของนักเรียนในแบบวัดก่อนเรียนและระหว่างเรียนพบว่านักเรียนนำเสนอข้อมูลในรูปแบบกราฟไม่ถูกต้อง เช่น ไม่มีการกำหนดชื่อกราฟ ชื่อแกนตั้งและแกนนอน หรือไม่กำหนดตัวเลขหรือข้อความที่มีความสัมพันธ์กันระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม ดังตัวอย่างคำตอบจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้านล่าง

5. จากภาพสถานการณ์ปัญหาที่ 2 แก้ว นักเรียนคิดว่าแก้วควรนำเสนอข้อมูลความสูงและขนาดของลำต้นให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างไร (ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 5 คะแนน)

ตอบ

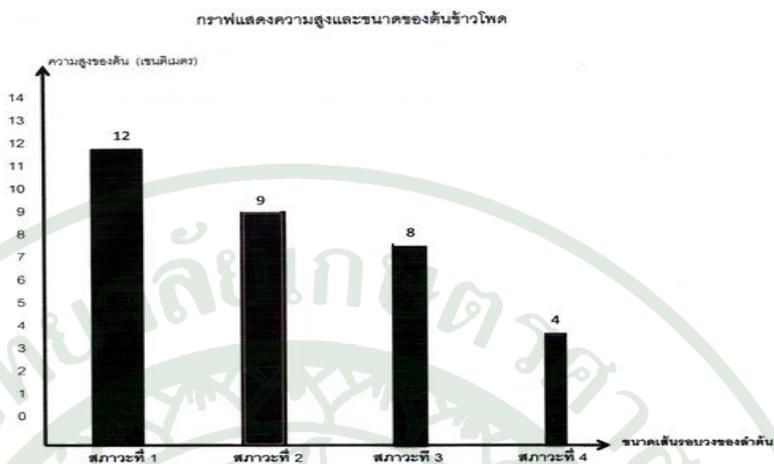
ชื่อกราฟ ข้าวโพดหวาน



(ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนเลขที่ 9 จากแบบวัดทักษะฉบับที่ 1 ข้อ 5)

5. จากภาพสถานการณ์ปัญหาที่ 2 แก้วนักเรียนคิดว่าแก้วควรนำเสนอข้อมูล ความสูงและ ขนาดของ ลำต้นให้ผู้อื่น เข้าใจได้อย่างไร (ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 5 คะแนน)

ตอบ



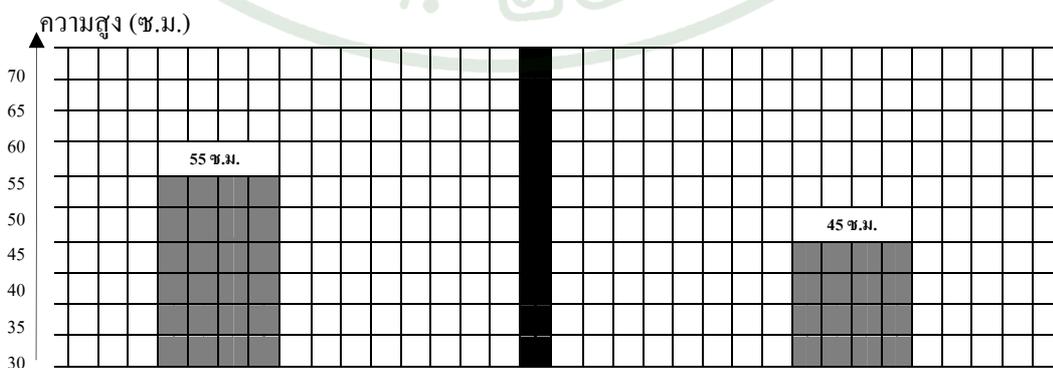
(ตัวอย่างคำตอบที่ถูกต้อง จากแบบวัดทักษะฉบับที่ 1 ข้อ 5)

เมื่อหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ครบทุกแผน พบว่า นักเรียนมีคะแนน ร้อยละของทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลเพิ่มขึ้นกว่าก่อนเรียน โดยสามารถเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้ถูกต้อง กล่าวคือมีการระบุชื่อกราฟและชื่อตัวแปรในแกนอนและแกนตั้งได้ถูกต้อง ดังตัวอย่างคำตอบจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้านล่าง

11. จากข้อมูลสถานการณ์ปัญหาที่ 2 หลิวจะใช้วิธีใดในการนำเสนอข้อมูลความสูงและขนาดลำต้นให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่ายจงแสดงวิธีการนำเสนอ (ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 5 คะแนน)

ตอบ

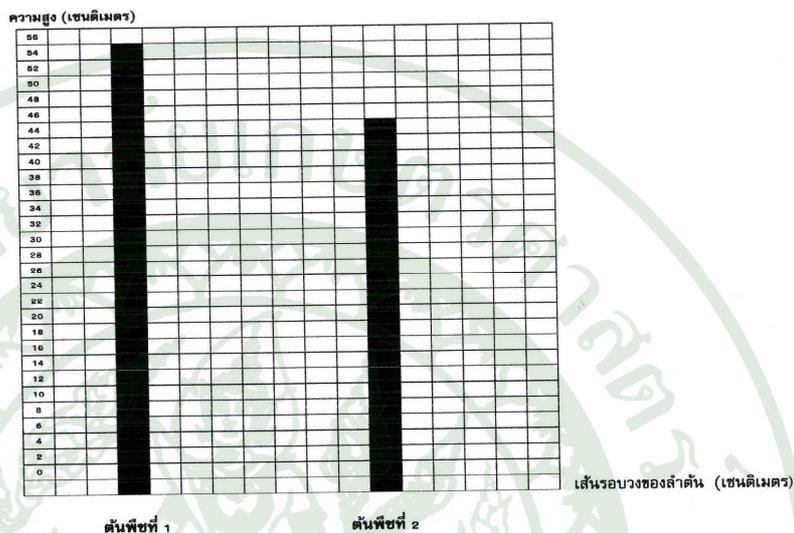
กราฟการเจริญเติบโตของต้นกุหลาบที่ได้รับแสงกับไม่ได้รับแสง



(ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนเลขที่ 9 จากแบบวัดทักษะฉบับที่ 4 ข้อ 11)

11. จากข้อมูลสถานการณ์ปัญหาที่ 2 หลิวจะใช้วิธีใดในการนำข้อมูลความสูงและขนาดลำต้นให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่ายจงแสดงวิธีการนำเสนอ (ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 5 คะแนน)

ตอบ กราฟการเจริญเติบโตของต้นกุหลาบที่ได้รับแสงกับไม่ได้รับแสง



(ตัวอย่างกรอกคำตอบที่ถูกต้อง จากแบบวัดทักษะฉบับที่ 4 ข้อ 11)

ทักษะการลงความเห็นข้อมูล

จากตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.1, 4.2, 4.3 และ 4.4 พบว่าก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่ไม่มีทักษะการลงความเห็นข้อมูล (9 คน ร้อยละ 32.1) รองลงมาพบว่านักเรียนอยู่ในกลุ่มที่มีทักษะการลงความเห็นข้อมูลไม่สมบูรณ์ (8 คน ร้อยละ 28.6) และมีนักเรียนบางส่วนอยู่ในกลุ่มที่มีทักษะการลงความเห็นข้อมูล (11 คน ร้อยละ 39.3)

เมื่อหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่มีทักษะการลงความเห็นข้อมูล (14 คน ร้อยละ 50) รองลงมาอยู่ในกลุ่มที่มีทักษะการลงความเห็นข้อมูลไม่สมบูรณ์ (10 คน ร้อยละ 35.7) และพบว่ามีนักเรียน 4 คน ที่อยู่ในกลุ่มไม่มีทักษะการลงความเห็นข้อมูล

จากการตรวจสอบคำตอบของนักเรียนในแบบวัดก่อนเรียนและระหว่างเรียนพบว่านักเรียนมีการแสดงความคิดเห็นไม่ตรงประเด็น ดังตัวอย่างคำตอบจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้านล่าง

6. จากสถานการณ์ปัญหาที่ 2 เพราะเหตุใดต้นข้าวโพดหวานในสถานะที่ 4 จึงมีความสูงน้อยที่สุด (ทักษะการลงความเห็นข้อมูล 2 คะแนน)
ตอบ มีผลมาจากการเจริญเติบโตของข้าวโพดหวาน

(ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนเลขที่ 12 จากแบบวัดทักษะฉบับที่ 1 ข้อ 6)

6. จากสถานการณ์ปัญหาที่ 2 เพราะเหตุใดต้นข้าวโพดหวานในสถานะที่ 4 จึงมีความสูงน้อยที่สุด (ทักษะการลงความเห็นข้อมูล 2 คะแนน)
ตอบ ได้รับแสงปริมาณน้อย และไม่ได้ใส่ปุ๋ย

(ตัวอย่างคำตอบที่ถูกต้อง จากแบบวัดทักษะฉบับที่ 1 ข้อ 6)

เมื่อนักเรียนผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จนครบทุกแผนแล้ว พบว่า จำนวนนักเรียนที่มีทักษะการลงความเห็นข้อมูล สูงขึ้นกว่าก่อนเรียน โดยสามารถลงความเห็นได้อย่างมีเหตุผล ดังตัวอย่างแสดงคำตอบจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนด้านล่าง

12. จากสถานการณ์ปัญหาที่ 3 นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใด ต้นมะม่วงจึงเป็นเช่นนั้น (ทักษะการลงความเห็นข้อมูล 2 คะแนน)

ตอบ เพราะว่าต้นมะม่วงถูกสัตว์กินและขาดธาตุอาหารจนไม่สามารถเจริญเติบโตได้

(ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนเลขที่ 12 จากแบบวัดทักษะฉบับที่ 4 ข้อ 12)

12. จากสถานการณ์ปัญหาที่ 2 นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใด ต้นมะม่วงจึงเป็นเช่นนั้น (ทักษะการลงความเห็นข้อมูล 2 คะแนน)

ตอบ ต้นมะม่วง ได้รับแสง น้ำ และธาตุอาหารที่ไม่เพียงพอ มีสัตว์กัดเจาะภายในลำต้น (แมลงกิน)

(ตัวอย่างคำตอบที่ถูกต้อง จากแบบวัดทักษะฉบับที่ 4 ข้อ 12)

ทักษะการพยากรณ์

จากตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.1, 4.2, 4.3 และ 4.4 พบว่าก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่ไม่มีทักษะการพยากรณ์ (23 คน ร้อยละ 82.1) รองลงมาพบว่านักเรียนอยู่ในกลุ่มที่มีทักษะการพยากรณ์ไม่สมบูรณ์ (4 คน ร้อยละ 14.3) และมีนักเรียนเพียง 1 คน อยู่ในกลุ่มที่มีทักษะการพยากรณ์ (ร้อยละ 3.6)

เมื่อหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่มีทักษะการพยากรณ์ (14 คน ร้อยละ 50) รองลงมาอยู่ในกลุ่มที่มีทักษะการพยากรณ์ไม่สมบูรณ์ (7 คน ร้อยละ 25) ซึ่งเท่ากับนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มยังไม่มีทักษะการพยากรณ์

จากการตรวจสอบคำตอบของนักเรียนในแบบวัดก่อนเรียนและระหว่างเรียนพบว่านักเรียนมีการตอบคำถามแสดงการพยากรณ์จากสถานการณ์ที่กำหนดได้ไม่ชัดเจน ดังตัวอย่างคำตอบจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้านล่าง

8. หากปลูกต่อเนื่องไปเป็นเวลา 2 เดือน นักเรียนคิดว่าต้นข้าวโพดหวานในสภาวะใดจะให้ผลผลิตได้เร็วที่สุด เพราะเหตุใด (ทักษะการพยากรณ์ 2 คะแนน)
ตอบ สภาวะที่ 4 ออกผลเร็วที่สุด

(ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนเลขที่ 9 จากแบบวัดทักษะฉบับที่ 1 ข้อ 8)

8. หากปลูกต่อเนื่องไปเป็นเวลา 2 เดือน นักเรียนคิดว่าต้นข้าวโพดหวานในสภาวะใดจะให้ผลผลิตได้เร็วที่สุด เพราะเหตุใด (ทักษะการพยากรณ์ 2 คะแนน)
ตอบ สภาวะที่ 1 เพราะได้รับแสง น้ำ และปุ๋ย

(ตัวอย่างคำตอบที่ถูกต้อง จากแบบวัดทักษะฉบับที่ 1 ข้อ 8)

เมื่อนักเรียนผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จนครบทุกแผนแล้ว พบว่า จำนวนนักเรียนที่มีทักษะการพยากรณ์สูงขึ้นกว่าก่อนเรียน โดยสามารถทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ได้ถูกต้องตรงประเด็นกับสถานการณ์ปัญหา ดังตัวอย่างแสดงคำตอบจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนด้านล่าง

10. จากสถานการณ์ปัญหาที่ 2 ถ้านำกระดาษของต้นกุหลาบทั้ง 2 ไปวางเปลี่ยนสลับที่กันและยังมีการดูแลตามปกติต้นกุหลาบทั้ง 2 ต้นน่าจะมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงอย่างไร (ทักษะการพยากรณ์ 2 คะแนน)

ตอบ ต้นกุหลาบที่ 1 ใบจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวอ่อน ต้นกุหลาบที่ 2 ใบ จะแตกยอดอ่อน

(ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนเลขที่ 9 จากแบบวัดทักษะฉบับที่ 4 ข้อ 10)

10. จากสถานการณ์ปัญหาที่ 2 ถ้านำกระดาษของต้นกุหลาบทั้ง 2 ไปวางเปลี่ยนสลับที่กันและยังมีการดูแลตามปกติ ต้นกุหลาบทั้ง 2 ต้นน่าจะมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงอย่างไร (ทักษะการพยากรณ์ 2 คะแนน)

ตอบ ต้นกุหลาบกระดาษที่ 1 เริ่มมีใบสีเขียวซีด ดอกและใบอ่อนเหี่ยวแห้ง ใบมีสีเหลืองและร่วงในที่สุดต้นกุหลาบกระดาษที่ 2 เริ่มมีใบสีเขียว แตกใบ ยอด และดอกอ่อน มีจำนวนใบเพิ่มมากขึ้น และมีขนาดของใบใหญ่ขึ้น

(ตัวอย่างคำตอบที่ถูกต้อง จากแบบวัดทักษะฉบับที่ 4 ข้อ 10)

ทักษะการตั้งสมมติฐาน

จากตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.1, 4.2, 4.3 และ 4.4 พบว่าก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่ไม่มีทักษะการตั้งสมมติฐาน (12 คน ร้อยละ 42.9) ซึ่งเท่ากับนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มมีทักษะการตั้งสมมติฐานไม่สมบูรณ์ (12 คน ร้อยละ 42.9) และมีนักเรียนบางส่วนอยู่ในกลุ่มที่มีทักษะการตั้งสมมติฐาน (4 คน ร้อยละ 14.3)

เมื่อหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่มีทักษะการตั้งสมมติฐาน (13 คน ร้อยละ 46.4) รองลงมาอยู่ในกลุ่มที่มีทักษะการตั้งสมมติฐานไม่สมบูรณ์ (9 คน ร้อยละ 32.1) และพบว่ามึนักเรียน 6 คน อยู่ในกลุ่มไม่มีทักษะการตั้งสมมติฐาน

จากการตรวจสอบคำตอบของนักเรียนในแบบวัดก่อนเรียนและระหว่างเรียนพบว่านักเรียนไม่สามารถเขียนสมมติฐานก่อนการทดลองได้ และไม่สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้ถูกต้องและสัมพันธ์กับสถานการณ์ปัญหา ดังตัวอย่างคำตอบจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนด้านล่าง

10. จากสถานการณ์ปัญหาที่ 3 น้ำหวานจะเขียนสมมติฐานของการทดลองนี้ได้อย่างไร
(ทักษะการตั้งสมมติฐาน 2 คะแนน)

ตอบ ต้นพืชเล็กๆชนิดเดียวกัน 3 ชนิด ต้องใช้ดินอะไรในการเจริญเติบโตซึ่งมีดิน
เหนียว ดินร่วน และดินทราย

(ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนเลขที่ 14 จากแบบวัดทักษะฉบับที่ 1 ข้อ 10)

10. จากสถานการณ์ปัญหาที่ 3 น้ำหวานจะเขียนสมมติฐานของการทดลองนี้ได้อย่างไร
(ทักษะการตั้งสมมติฐาน 2 คะแนน)

ตอบ ต้นพืชจะเจริญเติบโตได้ดีในดินเหนียว
ต้นพืชจะเจริญเติบโตได้ดีในดินร่วน
ต้นพืชจะเจริญเติบโตได้ดีในดินทราย

(ตัวอย่างคำตอบที่ถูกต้อง จากแบบวัดทักษะฉบับที่ 1 ข้อ 10)

เมื่อนักเรียนผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จนครบทุกแผนแล้ว พบว่า จำนวนนักเรียนที่มีทักษะการตั้งสมมติฐานสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน โดยสามารถตอบคำถามเพื่อลงข้อสรุปให้คำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลองในสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ ดังตัวอย่างคำตอบจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้านล่าง

3. จากสถานการณ์ปัญหาที่ 2 สามารถตั้งสมมติฐานได้อย่างไร (ทักษะการตั้งสมมติฐาน 2
คะแนน)

ตอบ ถ้าแสงจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช พืชชนิดเดียวกันของต้นที่ได้รับแสงจะ
เจริญเติบโตได้ดีกว่าต้นที่ไม่ได้รับแสง

(ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนเลขที่ 14 จากแบบวัดทักษะฉบับที่ 4 ข้อ 3)

3. จากสถานการณ์ปัญหาที่ 2 สามารถตั้งสมมติฐานได้อย่างไร (ทักษะการตั้งสมมติฐาน 2
คะแนน)

ตอบ แสงมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกุหลาบ โดย ต้นกุหลาบที่ปลูกในกระถางที่
ได้รับแสงจะมีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าต้นกุหลาบที่ปลูกในกระถางที่ไม่ได้รับแสง

(ตัวอย่างคำตอบที่ถูกต้อง จากแบบวัดทักษะฉบับที่ 4 ข้อ 3)

ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

จากตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.1, 4.2, 4.3 และ 4.4 พบว่าก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่ไม่มีทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (18 คน ร้อยละ 64.3) รองลงมาพบว่านักเรียนอยู่ในกลุ่มที่มีทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการไม่สมบูรณ์ (9 คน ร้อยละ 32.1) และมีนักเรียนเพียง 1 คน ที่อยู่ในกลุ่มที่มีทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (ร้อยละ 3.6)

เมื่อหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่มีทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (22 คน ร้อยละ 78.6) รองลงมาอยู่ในกลุ่มที่มีทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการไม่สมบูรณ์ (3 คน ร้อยละ 10.7) ซึ่งเท่ากับนักเรียนในกลุ่มที่ยังไม่มีทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

จากการตรวจสอบคำตอบของนักเรียนในแบบวัดก่อนเรียนและระหว่างเรียนพบว่านักเรียนไม่สามารถกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวเองได้ตาม ที่สามารถสังเกตและวัดได้ ดังตัวอย่างคำตอบจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้านล่าง

11.จากสถานการณ์ปัญหาที่ 3 น้ำหวานจะทราบได้อย่างไรว่าต้นพีชมี “การเจริญเติบโต”
(ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 2 คะแนน)

ตอบ ต้นพีชมีการเจริญเติบโต

(ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนเลขที่ 19 จากแบบวัดทักษะฉบับที่ 1 ข้อ 11)

11.จากสถานการณ์ปัญหาที่ 3 น้ำหวานจะทราบได้อย่างไรว่าต้นพีชมี “การเจริญเติบโต”
(ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 2 คะแนน)

ตอบ ดำรงชีวิตอยู่ได้ ลำต้น ใบมีขนาดใหญ่ขึ้น มีความสูงเพิ่มขึ้น มีการแตกยอด และกิ่ง และมีสีเขียว

(ตัวอย่างคำตอบที่ถูกต้อง จากแบบวัดทักษะฉบับที่ 1 ข้อ 11)

เมื่อนักเรียนผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จนครบทุกแผนแล้ว พบว่า จำนวนนักเรียนที่มีทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน โดยสามารถนิยามของตัวเองได้ที่

สามารถสังเกตและวัดได้ ดังตัวอย่างแสดงคำตอบจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนด้านล่าง

9. จากสถานการณ์ปัญหาที่ 2 ต้นกุหลาบในกระถางที่ 1 สูงมากกว่าต้นกุหลาบในกระถาง
ที่ 2 เท่าใด (ทักษะการคำนวณ 2 คะแนน)

ตอบ การเจริญเติบโตของต้นพืชวัดได้จากการสังเกต มีความสูงเพิ่มขึ้นมีการแตกหน่อต้น
อ่อน เพิ่มขึ้นหรือมีใบเพิ่มมากขึ้น

(ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนเลขที่ 19 จากแบบวัดทักษะฉบับที่ 4 ข้อ 9)

9. จากสถานการณ์ปัญหาที่ 2 ต้นกุหลาบในกระถางที่ 1 สูงมากกว่าต้นกุหลาบในกระถาง
ที่ 2 เท่าใด (ทักษะการคำนวณ 2 คะแนน)

ตอบ ต้นกุหลาบกระถางที่ 1 สูงกว่าต้นกุหลาบในกระถางที่ 2 เท่ากับ 10 เซนติเมตร

(ตัวอย่างคำตอบที่ถูกต้อง จากแบบวัดทักษะฉบับที่ 4 ข้อ 9)

ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

จากตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.1, 4.2, 4.3 และ 4.4 พบว่าก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้
แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่ไม่มีทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (27
คน ร้อยละ 96.4) รองลงมาพบว่านักเรียนอยู่ในกลุ่มที่มีทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรไม่
สมบูรณ์ (1 คน ร้อยละ 3.6) และไม่มีนักเรียนคนใดอยู่ในกลุ่มที่มีทักษะการกำหนดและควบคุม
ตัวแปร

เมื่อหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ใน
กลุ่มที่มีทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (12 คน ร้อยละ 42.9) รองลงมาอยู่ในกลุ่มที่มีทักษะ
การกำหนดและควบคุมตัวแปรไม่สมบูรณ์ (10 คน ร้อยละ 35.7) และพบว่ามึนักเรียน 6 ยังไม่มี
ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

จากการตรวจสอบคำตอบของนักเรียนในแบบวัดก่อนเรียนและระหว่างเรียนพบว่านักเรียน
สามารถระบุตัวแปรบางตัวได้ เช่น ตัวแปรต้น และตัวแปรควบคุม แต่ไม่สามารถระบุได้ทุกตัวแปร
ดังตัวอย่างคำตอบจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนด้านล่าง

12. จากสถานการณ์ปัญหาที่ 3 นักเรียนคิดว่าควรกำหนดสิ่งต่อไปนี้อย่างไร (ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 3 คะแนน)

12.1 สิ่งใดในการทดลองที่ถูกจัดให้มีความแตกต่างกัน การปลูกต้นข้าวในสถานที่ที่ไม่เหมือนกัน (เป็นคำตอบที่ตอบถูก)

12.2 สิ่งใดในการทดลองที่เป็นผลของการจัดความแตกต่างในข้อที่ 12.1 การเลือกอุปกรณ์ (เป็นคำตอบที่ตอบผิด)

12.3 สิ่งที่ต้องควบคุมให้เหมือนกันในการทดลองนี้มีอะไรบ้าง การปลูกข้าวโพดพันธุ์เดียวกัน (เป็นคำตอบที่ตอบถูก)

(ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนเลขที่ 9 จากแบบวัดทักษะฉบับที่ 1 ข้อ 12)

12. จากสถานการณ์ปัญหาที่ 3 นักเรียนคิดว่าควรกำหนดสิ่งต่อไปนี้อย่างไร (ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 3 คะแนน)

12.1 สิ่งใดในการทดลองที่ถูกจัดให้มีความแตกต่างกัน ชนิดของดิน

12.2 สิ่งใดในการทดลองที่เป็นผลของการจัดความแตกต่างในข้อที่ 12.1 การเจริญเติบโตของต้นพืช

12.3 สิ่งที่ต้องควบคุมให้เหมือนกันในการทดลองนี้มีอะไรบ้าง ชนิดของต้นพืช ขนาดของต้นพืช และปริมาณน้ำที่รด ปริมาณของดินทั้ง 3 ชนิด ลักษณะและขนาดของภาชนะที่ใช้ปลูก สถานที่ อุณหภูมิ และการรับแสง

(ตัวอย่างคำตอบที่ถูกต้อง จากแบบวัดทักษะฉบับที่ 1 ข้อ 12)

เมื่อผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จนครบทุกแผนแล้ว พบว่าจำนวนนักเรียนที่มีทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน โดยสามารถระบุตัวแปรได้ถูกต้องทุกตัวแปร ดังตัวอย่างแสดงคำตอบจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนด้านล่าง

5. จากสถานการณ์ปัญหาที่ 2 จระบุตัวแปรของการทดลอง (ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 3 คะแนน)

5.1 ตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) ของการทดลองนี้คืออะไร สถานที่ที่ได้รับแสง กับไม่ได้รับแสง

5.2 ตัวแปรตาม ของการทดลองนี้คืออะไร การเจริญเติบโตของต้นพืช (ต้นกุหลาบ)

5.3 ตัวแปรควบคุม ของการทดลองนี้คืออะไร ปริมาณน้ำ, ชนิดของพืช, ปริมาณปุ๋ย, ระยะเวลาในการปลูก, ขนาดของต้นกุหลาบ

(ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนเลขที่ 9 จากแบบวัดทักษะฉบับที่ 4 ข้อ 5)

5. จากสถานการณ์ปัญหาที่ 2 จงระบุตัวแปรของการทดลอง (ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 3 คะแนน)

5.1 ตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) ของการทดลองนี้คืออะไร แสง

5.2 ตัวแปรตาม ของการทดลองนี้คืออะไร การเจริญเติบโตของต้นกุหลาบ

5.3 ตัวแปรควบคุม ของการทดลองนี้คืออะไร ลักษณะและขนาดของต้นกุหลาบก่อนการทดลอง ชนิดของต้นกุหลาบ ปริมาณน้ำที่ใช้รด เวลาในการรดน้ำ ชนิดและปริมาณของปุ๋ย ชนิดและปริมาณดินที่ใช้ปลูก ขนาดของกระถาง

(ตัวอย่างคำตอบที่ถูกต้อง จากแบบวัดทักษะฉบับที่ 4 ข้อ 5)

ทักษะการทดลอง

จากตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.1, 4.2, 4.3 และ 4.4 พบว่าก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่ไม่มีทักษะการทดลอง (26 คน ร้อยละ 92.9) รองลงมาพบว่านักเรียนอยู่ในกลุ่มที่มีทักษะการทดลองไม่สมบูรณ์ (2 คน ร้อยละ 7.1) และไม่มีนักเรียนคนใดอยู่ในกลุ่มที่มีทักษะการทดลอง

เมื่อหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่มีทักษะการทดลอง (19 คน ร้อยละ 67.9) รองลงมาอยู่ในกลุ่มที่มีทักษะการทดลองไม่สมบูรณ์ (2 คน ร้อยละ 7.1) และพบว่ายังมีนักเรียน 7 คน ที่ยังไม่มีทักษะการทดลอง

จากการตรวจสอบคำตอบของนักเรียนในแบบวัดก่อนเรียนและระหว่างเรียนพบว่านักเรียนไม่สามารถระบุวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองได้ และออกแบบวิธีการทดลองได้ไม่รัดกุม ดังตัวอย่างคำตอบจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้านล่าง

9. หากนักเรียนต้องการศึกษาเพียงว่า การใส่ปุ๋ยคอกมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นข้าวโพดหวานหรือไม่อย่างไร นักเรียนจะเลือกวัสดุ อุปกรณ์ และออกแบบการทดลองอย่างไร (ทักษะการทดลอง 4 คะแนน)

9.1 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ศึกษาทดลอง

ตอบ การใส่ปุ๋ยจะช่วยให้ต้นข้าวโพดเจริญเติบโตได้เร็วขึ้น

9.2 วิธีดำเนินการทดลองมีดังนี้

ตอบ นำต้นข้าวโพดมาใส่ปุ๋ยแล้วทิ้งไว้ 2 ถึง 3 วัน แล้วมาดูว่าการเจริญเติบโตของต้นข้าวโพดว่าเจริญเติบโตดีเท่าใด

(ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนเลขที่ 8 จากแบบวัดทักษะฉบับที่ 1 ข้อ 9)

9. หากนักเรียนต้องการศึกษาเพียงว่า การใส่ปุ๋ยคอกมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นข้าวโพดหวานหรือไม่ อย่างไร นักเรียนจะเลือกวัสดุ อุปกรณ์ และออกแบบการทดลองอย่างไร (ทักษะการทดลอง 4 คะแนน)

9.1 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ศึกษาทดลอง

ตอบ ดินร่วน ปุ๋ยคอก บัวรดน้ำ ภาชนะที่สามารถวัดปริมาตรน้ำที่ใช้รดต้นข้าวโพดหวาน สายวัด

9.2 วิธีดำเนินการทดลองมีดังนี้

ตอบ 1. ปลูกต้นข้าวโพดหวานในกระถางที่มีดินชนิดเดียวกัน และมีปริมาณเท่ากัน ได้รับแสงในปริมาณที่เท่ากันและเลือกเฉพาะต้นที่มีการเจริญเติบโตและลักษณะเท่ากัน กระถางละ 1 ต้น ที่เหลือถอนทิ้ง จำนวน 2 กระถาง
2. กระถางที่ 1 ใส่ปุ๋ย 1 ครั้งต่อ 2 สัปดาห์ และรดน้ำทุกวัน ส่วนกระถางที่ 2 ไม่ใส่ปุ๋ยและรดน้ำทุกวัน
3. สังเกตการณ์เจริญเติบโตโดยการวัดความสูง ขนาดเส้นรอบวงของลำต้น และบันทึกผลการสังเกต

(ตัวอย่างคำตอบที่ถูกต้อง จากแบบวัดทักษะฉบับที่ 1 ข้อ 9)

เมื่อนักเรียนผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จนครบทุกแผนแล้ว พบว่า จำนวนนักเรียนที่มีทักษะการทดลองสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน โดยสามารถระบุชื่อวัสดุและอุปกรณ์ที่จะใช้ในการทดลองได้ และสามารถเขียนวิธีการทดลองได้ชัดเจนมากขึ้น ดังตัวอย่างแสดงคำตอบจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้านล่าง

7. จากสถานการณ์ปัญหาที่ 2 ถ้านักเรียนต้องการศึกษาว่า แสงมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกุหลาบหรือไม่ อย่างไร นักเรียนจะเลือกวัสดุ อุปกรณ์ และออกแบบการทดลองอย่างไร (ทักษะการทดลอง 4 คะแนน)

7.1 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ศึกษาทดลอง

ตอบ 1. กระจก 2 ใบที่ปลูกต้นถั่วเขียว กระจกละ 1 ต้น 2. กล่องทึบ 1 กล่อง

7.2 วิธีดำเนินการทดลองมีดังนี้

ตอบ 1. นำต้นถั่วเขียวที่ปลูกในกระจก 2 กระจก เลือกต้นที่มีขนาดเท่าๆกันไว้แล้ว ถอนต้นที่เหลือทิ้งไป

2. นำต้นถั่วเขียวกระจกที่ 1 วางไว้กลางแดด ต้นถั่วเขียวกระจกที่ 2 นำกล่องทึบมาครอบไว้ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และสังเกต บันทึกผล และสรุปผลการทดลอง

(ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนเลขที่ 8 จากแบบวัดทักษะฉบับที่ 4 ข้อ 7)

7. จากสถานการณ์ปัญหาที่ 2 ถ้านักเรียนต้องการศึกษาว่า แสงมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกุหลาบหรือไม่ อย่างไร นักเรียนจะเลือกวัสดุ อุปกรณ์ และออกแบบการทดลองอย่างไร (ทักษะการทดลอง 4 คะแนน)

7.1 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ศึกษาทดลอง

ตอบ ดินร่วน กระจกปลูก ปุ๋ยคอก บัวรดน้ำ ภาชนะที่สามารถวัดปริมาตรน้ำที่ใช้รดต้นกุหลาบ สายวัด

7.2 วิธีดำเนินการทดลองมีดังนี้

ตอบ 1. นำต้นกุหลาบที่ปลูกในกระจกที่ 1 นำไปวางที่สนามหน้าบ้าน กระจกที่ 2 นำไปวางในห้องมืด

2. รดน้ำทุกวันในเวลาเดียวกันวันละ 1 ครั้งและใส่ปุ๋ยคอกอย่างสม่ำเสมอเท่าๆกัน 1 ครั้งเป็นเวลา 2 สัปดาห์

3. ทำการสังเกตการเปลี่ยนแปลงของต้นกุหลาบทั้ง 2 กระจกและบันทึกผลลงในตารางบันทึกผล

(ตัวอย่างคำตอบที่ถูกต้อง จากแบบวัดทักษะฉบับที่ 4 ข้อ 7)

ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

จากตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.1, 4.2, 4.3 และ 4.4 พบว่าก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่ไม่มีทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (22 คน ร้อยละ 78.6) รองลงมาพบว่านักเรียนอยู่ในกลุ่มที่มีทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปไม่สมบูรณ์ (3 คน ร้อยละ 10.7) ซึ่งเท่ากับนักเรียนในกลุ่มที่ไม่มีทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

เมื่อหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่มีทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (16 คน ร้อยละ 57.1) รองลงมาอยู่ในกลุ่มที่มีทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปไม่สมบูรณ์ (7 คน ร้อยละ 25) และพบว่ามีนักเรียน 5 คน ยังไม่มีทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

จากการตรวจสอบคำตอบของนักเรียนในแบบวัดก่อนเรียนและระหว่างเรียนพบว่านักเรียนลงข้อสรุปโดยไม่มีหลักฐานจากการทดลองรองรับ และข้อสรุปของนักเรียนไม่ได้ระบุความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม ดังตัวอย่างคำตอบจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้านล่าง

7. การทดลองนี้ ควรสรุปผลได้อย่างไร (ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 2 คะแนน)
ตอบ ควรปลูกที่ให้เหมาะสม และปลูกให้ถูกวิธี

(ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนเลขที่ 12 จากแบบวัดทักษะฉบับที่ 1 ข้อ 7)

7. การทดลองนี้ ควรสรุปผลได้อย่างไร (ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 2 คะแนน)
ตอบ ต้นข้าวโพดหวานที่ปลูกกลางแจ้งได้รับแสง น้ำ และธาตุอาหาร ที่เพียงพอจะมีการเจริญเติบโตมากกว่าต้นข้าวโพดหวานที่อยู่ใต้ร่มไม้ ทำให้ได้รับแสงน้อยและขาดแร่ธาตุจากปุ๋ย

(ตัวอย่างคำตอบที่ถูกต้อง จากแบบวัดทักษะฉบับที่ 1 ข้อ 7)

เมื่อนักเรียนผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จนครบทุกแผนแล้ว พบว่าจำนวนนักเรียนที่มีทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน โดยสามารถลง

ข้อสรุปการทดลองโดยอาศัยการตีความหมายข้อมูลที่ได้จากการทดลอง โดยบอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม ดังตัวอย่างคำตอบจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้านล่าง

6. จากสถานการณ์ปัญหาที่ 2 นักเรียนคิดว่าการทดลองนี้จะสรุปผลการทดลองได้อย่างไร (ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 2 คะแนน)

ตอบ ต้นไม้ต้องการแสงแดด สังเกตได้จากต้นกุหลาบกระถางที่แตกใบอ่อน กระถางใบที่ 2 ต้นกุหลาบมีใบสีเขียวอ่อน

(ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนเลขที่ 12 จากแบบวัดทักษะฉบับที่ 4 ข้อ 6)

6. จากสถานการณ์ปัญหาที่ 2 นักเรียนคิดว่าการทดลองนี้จะสรุปผลการทดลองได้อย่างไร (ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 2 คะแนน)

ตอบ ต้นกุหลาบที่ได้รับแสงจะเจริญเติบโตได้ดีกว่าต้นกุหลาบที่ไม่ได้รับแสง

(ตัวอย่างคำตอบที่ถูกต้อง จากแบบวัดทักษะฉบับที่ 4 ข้อ 6)

เทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่สนับสนุนการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

การตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2 ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้บันทึกสะท้อนความคิดของครู วิทยุทัศน์การสอน และการสัมภาษณ์นักเรียนแบบกลุ่ม จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลแบบอุปนัยในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อหาข้อสรุปของเทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละขั้นของการสอน

ขั้นสร้างความสนใจ

วิธีที่ 1 การใช้สื่อการสอนที่เป็นรูปธรรมร่วมกับคำถามนำอภิปราย

ขั้นสร้างความสนใจ การใช้สื่อการสอนที่เป็นรูปธรรม เช่น รูปภาพ สื่อของจริง หรือคลิป วิทยุทัศน์ประกอบการใช้คำถามนำอภิปรายร่วมกับนักเรียนจะช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียนในเรื่องที่ต้องการสอนและช่วยฝึกทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการลงความเห็น

ข้อมูล เช่น การนำพีชมา 2 ต้น ที่มีลักษณะแตกต่างกันที่เห็นได้ชัดเจน คือต้นหนึ่งแคระแกร็น อีกต้นโตตามปกติแล้วให้นักเรียนสังเกตเปรียบเทียบแล้วใช้คำถามว่าจะทำอะไรให้ต้นไม้เจริญเติบโตปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นไม้ และรวบรวมความรู้หรือข้อคิดเห็นของนักเรียนเขียนบนกระดาน เพื่อให้นักเรียนย้อนกลับมาตรวจสอบความรู้เดิมภายหลัง โดยจากกิจกรรมนี้นักเรียนได้ฝึกทักษะการสังเกต ทักษะการลงความเห็นข้อมูล และทักษะการทดลองในกิจกรรมดังกล่าว ดังบทสนทนาด้านล่าง

ครู ต้นถั่วเขียวที่นักเรียนเพาะในแก้วพลาสติกใส มีลักษณะอย่างไร นักเรียนต้นถั่วมันไม่ได้งอกขึ้นมาตรงๆ เหมือนที่เคยปลูกในกระถางที่สีดำที่บๆ แต่ลำต้นมันงอมาชิดกับด้านข้างของแก้วพลาสติกใส (นักเรียนในแต่ละกลุ่มหันไปถามเพื่อนกลุ่มข้างๆ โดยสนทนาถึงการเพาะเมล็ดถั่วเขียวในชั่วโมงเรียนวิชาการงานอาชีพที่เคยทำ)

ครู น่าสนใจ เพราะมันแตกต่างจากที่นักเรียนเคยทำมา นักเรียนคิดว่าเป็น เพราะอะไรนักเรียน เป็นเพราะว่ากระถางสีมันแตกต่างกัน (กลุ่มที่ 1) นักเรียน หนูคิดว่า เป็นเพราะแก้วพลาสติกมีสีใสๆ แสงเข้าไปได้ พอเมล็ดเริ่มงอกก็จะเลื้อยเข้าหาแสง ลำต้นของต้นถั่วเขียวจึงไม่งอกขึ้นตรง(กลุ่มที่ 2)

ครู เป็นความคิดเห็นที่ดีมากค่ะ นักเรียนคนใดมีความเห็นเพิ่มเติมอีกหรือไม่

นักเรียน พวกหนูขอลองทำการทดลองได้ไหมคะ จะลองเปรียบเทียบจากการปลูกทั้ง 2 กระถาง ที่กระถางสีดำ กับกระถางใสๆ ค่ะ

ครู เป็นความคิดที่ดีมากค่ะ (นักเรียนยิ้มแย้มแสดงความดีใจและต้นต้นที่จะได้ทำการทดลอง)

(วีดิทัศน์การสอนแผนที่ 1 วันที่ 13 กรกฎาคม 2555)

จากกิจกรรม ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนให้ความสนใจกับความแตกต่างของต้นไม้ที่ครูให้ นักเรียนสังเกต และเปรียบเทียบความแตกต่าง อย่างไรก็ตามพบว่านักเรียนบางคนยังคงไม่มีส่วนร่วมในการตอบคำถาม จากเหตุการณ์ดังกล่าวผู้วิจัยคิดว่าอาจเป็นเพราะสื่อที่มีจำกัด

ในแผนการจัดการเรียนรู้ต่อมาจึงได้จัดสื่อให้ทุกกลุ่มได้สังเกตหรือสัมผัส เพื่อให้เห็นความแตกต่างระหว่างข้อมูลที่ได้จากการสังเกตของแต่ละกลุ่ม นอกจากนี้ครูอาจสนับสนุนให้นักเรียนจัดหาสื่อของจริงที่อยู่ใกล้ตัว เช่น ที่บ้านของนักเรียน เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้มากขึ้น และเป็นการฝึกทักษะการจำแนกประเภทดังตัวอย่างการสนทนาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนด้านล่าง

ครู ครูให้นักเรียนสังเกตใบไม้หลากหลายชนิดที่นักเรียนในแต่ละกลุ่มนำมาจากที่บ้านและให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสังเกต หรือจะจับสัมผัสก็ได้ แล้วช่วยกันบอกลักษณะที่นักเรียนสังเกตเห็น และให้เหตุผลว่าทำไมใบไม้จึงเป็นเช่นนั้น

นักเรียน กลุ่มของผม เพื่อนเอามาไม่เหมือนกันเลยครับ (กลุ่มที่ 1)

นักเรียน กลุ่มของหนู ก็เอามาไม่เหมือนกันเลยคะ (กลุ่มที่ 4)

ครู ถ้าอย่างนั้นก็ดีนะสิ ครูให้นักเรียนทุกกลุ่มนำใบมามาวางรวมกันที่โต๊ะครูหน้าห้องแล้วเดี๋ยวเรามาช่วยกันจัดจำแนกประเภท แต่ก่อนอื่นนักเรียนปรึกษากันก่อนว่าเราจะใช้เกณฑ์อะไรในการจำแนกกันดี หลังจากนั้นให้ส่งตัวแทนกลุ่มออกมารายงานข้อมูลที่ได้จากการสังเกต และให้เหตุผลว่าทำไมใบไม้จึงเป็นเช่นนั้นหน้าชั้นเรียน ซึ่งครูใช้เวลากลุ่มละ 5 นาที

นักเรียน ครูคะ ถ้ากลุ่มของหนูคิดเกณฑ์ซ้ำกับกลุ่มอื่นได้หรือไม่คะ

ครู ได้ค่ะ แต่ภายในกลุ่มของนักเรียนจะต้องคุยกันให้ทราบว่ากลุ่มนักเรียนใช้เกณฑ์อะไรและอธิบายให้เหตุผลด้วยว่าทำไมใบไม้มันจึงมีรูปร่างไม่เหมือนกัน

(วิดิทัศน์การสอนแผนที่ 2 วันที่ 27 กรกฎาคม 2555)

จากนั้นครูชวนนักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อแยกแยะความแตกต่างระหว่างข้อมูลที่นักเรียนสังเกตกับสิ่งที่ได้จากการลงความเห็น

วิธีที่ 2 การสร้างสถานการณ์เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยและอยากค้นหาคำตอบร่วมกัน

ขั้นสร้างความสนใจ ครูควรสร้างสถานการณ์ที่ชวนให้นักเรียนเกิดความสงสัย เพื่อให้เกิดข้อโต้แย้งและกระตุ้นให้นักเรียนอยากค้นหาคำตอบในขั้นต่อไป ตัวอย่างเช่น สถานการณ์เรื่องใบไม้สีทองที่นักเรียนสงสัยว่าเพราะเหตุใดใบไม้จึงมีสีทอง เป็นการฝึกทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนกประเภท และทักษะการลงความเห็นข้อมูล ดังตัวอย่างการสนทนาด้านล่าง

ครู จากใบไม้ที่นักเรียนเคยเห็น และรู้จักที่ไม่ได้มีแต่สีเขียวแต่มีสีอื่นผสมอยู่ด้วย คือ พลุต่าง ขบาต่าง โกสน และราชินีหินอ่อน ใครเคยเห็นใบไม้ชนิดอื่นที่เป็นเหมือนแบบนี้หรือไม่

นักเรียนคนที่ 1 ที่บ้านผมมีใบไม้สีทองครับ ตอนใบมันแก่มันจะมีสีออกทองๆ

นักเรียนคนที่ 2 ผมไม่เชื่อครับ ที่บ้านผมก็มีแต่มันอยู่กรอบรูปผมคิดว่ามันถูกตากแดดจนแห้งและจากนั้นก็เอาสี่สเปร์ที่เป็นสีทองพ่นมากกว่า

นักเรียนคนที่ 3 หนูเชื่อค่ะ เพราะเดี๋ยวนี้มีต้นไม้แปลกๆมากมาย แบบนี้ให้เพื่อนเอามาให้ทุกคนได้ดูพร้อมกันดีกว่าค่ะ

ครู ครูเห็นด้วย เอาเป็นว่าแต่ตอนนี้พวกเราลองมาช่วยหาข้อมูลจากใบไม้ชนิดนี้กันก่อน และให้เพื่อนนักเรียนเอามาให้เพื่อนร่วมชั้นเรียนดู และสัมผัสของจริงในคาบเรียนต่อไป

(วิดิทัศน์การสอนแผนที่ 2 วันที่ 27 กรกฎาคม 2555)

จากกิจกรรมดังกล่าว ผู้วิจัยให้นักเรียนได้สำรวจและสังเกตรอบๆบริเวณ โรงเรียนและเก็บตัวอย่างใบไม้ ที่มีสี และลักษณะของใบไม้ และให้นักเรียนจัดจำแนกความเหมือนหรือคล้ายคลึงกัน และให้โอกาสนักเรียนกลับไปสำรวจที่บ้านและนำกลับมาจัดจำแนกร่วมกับกลุ่มเพื่อนอีกครั้ง นักเรียนให้ความสนใจกับใบไม้ที่เห็น นักเรียนบางคนยกตัวอย่างใบไม้ที่เคยเห็นมาก่อน ในใบหู กวาง ใบโกสน ใบชบา ที่ปลูกไว้ที่บ้านของนักเรียน และร่วมมือในการตอบคำถามแสดงความคิดเห็นตามความเข้าใจของตนเอง อย่างมีเหตุผลและมีการโต้แย้งของความคิดเห็นเกิดขึ้นในชั้นเรียน และในคาบเรียนครูใช้เครื่องฉายโปรเจกเตอร์ ที่เชื่อมต่อจากอินเทอร์เน็ตสืบค้นข้อมูลลักษณะของใบไม้ชนิดนี้ให้นักเรียน ได้ดูพร้อมๆกัน และร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็น และในคาบเรียนต่อมานักเรียนนำใบไม้สีทองมาจากบ้าน นักเรียนทุกคนให้ความสนใจอย่างมาก มีการพิสูจน์ โดยการสัมผัส การใช้ดินสอขูดขีดให้เป็นรอย และนักเรียนที่เป็นเจ้าของใบไม้รายงานข้อมูลสิ่งที่ตนเองสืบค้นได้จากเว็บไซต์ พร้อมอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียนอีกครั้ง

ขั้นสำรวจและค้นหา

วิธีที่ 1 การใช้กิจกรรมที่ได้ลงมือปฏิบัติจริงเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ขั้นสำรวจและค้นหา เพื่อให้ให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลอง เพื่อให้ให้นักเรียนเข้าใจวิธีทำกิจกรรมและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องก่อนลงมือทำกิจกรรม ขั้นนี้เป็นการฝึกทักษะ การสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการลงความเห็นข้อมูล ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป นอกจากนี้ครูจะต้องอธิบายการใช้อุปกรณ์อย่างถูกวิธี เพื่อลดข้อผิดพลาดเมื่อนักเรียนลงมือปฏิบัติ

กิจกรรมจริงและลดการเกิดอุบัติเหตุขณะทำกิจกรรม ตัวอย่างเช่น แผนจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง พืชมีการสร้างอาหาร ด้านล่าง

- ครู นักเรียน ครูให้เวลานักเรียนอ่าน และทำความเข้าใจเกี่ยวกับการทดลองเป็นเวลา 10 นาที แล้วเราก็อ่มาคุยขึ้นตอนเกี่ยวกับการทดลองอีกครั้งพร้อมกันนะคะ
- นักเรียน (นักเรียนทุกกลุ่มตั้งใจอ่านทำความเข้าใจ)
- ครู เมื่อนักเรียนทุกคน ในแต่ละกลุ่มทำความเข้าใจในกิจกรรมที่ครูกำลังจะให้ นักเรียนปฏิบัติ เราลองมาทำความเข้าใจพร้อมๆกันอีกครั้งก่อนลงมือทำการทดลอง และเป็นสิ่งที่สำคัญมากและนักเรียนควรตั้งใจฟัง เพราะถ้าทำอะไรผิดพลาดจะทำให้เราได้รับอันตรายหรือเสียเวลาการทดลอง เริ่มจาก ชั้นแรก คือ ...
- นักเรียน ครูคะ ตอนพวกหนูทำการทดลองครูมายืนใกล้ๆ ดูพวกหนูได้ไหมคะพวกหนูกลัวค่ะ
- ครู ครูต้องยืนใกล้ๆ นักเรียนทุกกลุ่มอยู่แล้ว จะได้สังเกตได้นักเรียนแต่ละกลุ่มให้ความร่วมมือกันในการปฏิบัติทดลองหรือไม่ นักเรียน ครับ/ค่ะ
- ครู ถ้าอย่างนั้นก่อนทำกิจกรรมเราลองมาตอบคำถามก่อนทำกิจกรรมกันก่อน ครูให้นักเรียนช่วยกันคิดภายในกลุ่มแล้วเดี๋ยวครูช่วยถ้านักเรียนตอบไม่ได้
- ข้อ 1 จุดประสงค์ของกิจกรรมนี้คืออะไร
- นักเรียน ทดลองว่า พืชสามารถสร้างอาหารได้เองครับ
- ครู ก็ถูกนะคะ แต่เราจะทดลองอย่างเดียวยังได้หรือไม่ ถึงจะทราบผลการทดลองได้ไหนคนอื่นๆ ลองเสนอแนะเพิ่มเติมสิคะ
- นักเรียน เราจะต้องสังเกต และอธิบายว่าเกิดอะไรขึ้นขณะทำการทดลองและหลังทดลองเสร็จครับ
- ครู เก่งมากค่ะ ไหนเรามาช่วยกันเรียบเรียงให้ถูกต้องอีกครั้งนะคะ
- นักเรียน สังเกต ทดลอง และอธิบายได้ว่า พืชสามารถสร้างอาหารได้เอง
- ครู เก่งมากค่ะ ต่อไปข้อที่ 2 ปัญหาของการทดลองนี้คืออะไร
- นักเรียน พืชมีการสร้างอาหารหรือไม่ และอาหารที่พืชสร้างคืออะไรคะ
- ครู นักเรียนเก่งมาก ต่อไปข้อที่ 3 นักเรียนจะตั้งสมมติฐานของการทดลองนี้ได้ อย่างไร
- นักเรียน ถ้าหยดสารละลายไอโอดีนลงบนใบไม้ แล้วเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินแสดงว่าในใบไม้มีแป้งเป็นส่วนประกอบครับ

- ครู ถูกต้องค่ะนักเรียน คำตอบที่ได้เราเรียกว่า สมมติฐานการทดลอง ต่อไปข้อที่ 4
 ค่ะ นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่าพืชมีการสร้างอาหาร โดยจะทดสอบได้อย่างไร
- นักเรียน สังเกตจากการเปลี่ยนสีของใบไม้เมื่อหยดด้วยสารละลายไอโอดีนค่ะ
- ครู ถูกต้องค่ะ และคำตอบที่ได้ของนักเรียน เราเรียกว่า นิยามเชิงปฏิบัติการ ต่อไป
 ข้อที่ 5 ค่ะ
- ครู นักเรียนคิดว่า หลังจากต้มใบพืชในเอทิลแอลกอฮอล์แล้วนำใบมาทดสอบ
 ด้วยสารละลายไอโอดีนจะมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร
- นักเรียน ใบไม้มีการเปลี่ยนสีค่ะ
- ครู ถูกต้องค่ะ นักเรียนคิดว่าในการทดลองนี้เราจะต้องจัดอะไรให้เหมือนกัน และ
 จะต้องจัดอะไรให้ต่างกันบ้าง ช่วยกันคิดและตอบครูนะคะ
- นักเรียน เราจะต้องจัดอุปกรณ์การทดลองให้เหมือนกัน และหยดสารละลายไอโอดีนให้
 เหมือนกัน
- นักเรียน แล้วอะไรที่ต้องแตกต่างกันคะครู หนูคิดไม่ออก
- ครู เราลองช่วยกันคิดก่อนว่าเราสิ่งที่เรากำลังจะทดลอง มีขั้นตอนไหนบ้างที่ทำไม่
 เหมือนกัน
- นักเรียน การต้มใบไม้ในน้ำเปล่าแล้วหยดด้วยสารละลายไอโอดีน กับต้มใน
 แอลกอฮอล์แล้วหยดด้วยสารละลายไอโอดีน
- ครู ถูกต้องค่ะ สิ่งนี้แหละที่แตกต่างกันและนักเรียนจะต้องเปรียบเทียบ เราเรียน
 ว่าตัวแปรต้นค่ะ แล้วอะไรล่ะคะที่เราจะต้องควบคุมให้เหมือนกัน และ
 เท่ากันลำเอียงไม่ได้เดี่ยวการทดลองจะผิดพลาดไป
- นักเรียน ระยะเวลาในการต้ม กับจำนวนหยดสารละลายไอโอดีน จะต้องต้องเท่ากัน
- ครู เก่งมากค่ะ ถูกต้อง การที่เราต้องการศึกษาสิ่งที่ทดลองให้เหมือนกัน เนื่องจากจะ
 มีผลต่อการทดลองเราเรียกสิ่งนั้นว่า ตัวแปรควบคุม และนั่นเรากำลังตามไป
 ศึกษาเกี่ยวกับสิ่งใดที่ได้จากการทดลองคะ
- นักเรียน การเปลี่ยนสีของใบไม้ที่ต้มในน้ำเปล่าธรรมดา กับต้มในแอลกอฮอล์ เมื่อ
 หยดด้วยสารละลายไอโอดีนครับครู
- ครู ถูกต้อง เก่งมากค่ะ การที่เรากำลังติดตามผลการศึกษาจากกิจกรรม
 กรรมการทดลองนั้น เราเรียนสิ่งนั้นว่า ตัวแปรตาม จากคำตอบในแต่ละข้อที่
 นักเรียนช่วยกันตอบมาเดี๋ยวเรามาพิสูจน์จากการทดลองกันดีกว่า ว่าผลที่ได้เป็น
 อย่างไรบ้าง

(วีดิทัศน์การสอนแผนที่ 2 วันที่ 27 กรกฎาคม 2555)

จากกิจกรรมดังกล่าว นักเรียนให้ความร่วมมือในการแสดงความคิดเห็นในการตอบคำถาม ก่อนทำกิจกรรมได้ถูกต้องนักเรียนให้ความสนใจกับการปฏิบัติกิจกรรม แบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบ ประจำกลุ่ม ปฏิบัติกิจกรรมการทดลองอย่างระมัดระวัง บันทึกผลการทดลองที่ได้ นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการช่วยกันวิเคราะห์ผล และสรุปผลการทดลองของกลุ่มตนเอง และข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์นักเรียนสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนชอบกิจกรรมที่ได้ลงมือปฏิบัติจริงและมีความตั้งใจในการทำกิจกรรมมาก ดังที่นักเรียนกล่าวว่า “สนุกมากๆ ค่ะ ได้ใช้หลอดทดลอง ได้จุดตะเกียง แอลกอฮอล์ ได้ทดลองด้วยการหยดสารละลายไอโอดีน ทำให้เห็นการเปลี่ยนจริง แต่หนูต้องระวังอย่างมากเพราะกลัวทำเรื่องแก้วแตก กลัวไฟไหม้ เลยต้องตั้งใจทำมากๆ และในห้องก็ไม่มีใครเล่นเลย” (การสัมภาษณ์นักเรียนแบบกลุ่มวันที่ 27 กรกฎาคม 2555 แผ่นที่ 2 เรื่องพืชมีการสร้างอาหาร) เมื่อผู้วิจัยย้อนกลับไปดูวิดีโอที่บันทึกการสอนของแผนดังกล่าว ก็พบว่านักเรียนทุกกลุ่มตั้งใจทำการทดลองและเฝ้าสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

วิธีที่ 1 การให้นักเรียนอภิปรายผลการทำกิจกรรมร่วมกัน

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุปเมื่อพบว่านักเรียนแต่ละกลุ่มได้ข้อมูลในการบันทึกผลที่แตกต่างกัน ส่งผลให้การวิเคราะห์และสรุปผลแตกต่างกันด้วย เพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่คลาดเคลื่อน ครูควรให้นักเรียนร่วมกันระดมความคิดอภิปรายเพื่อค้นหาสาเหตุของผลการทดลองที่แตกต่าง ซึ่งจะช่วยให้เด็กนักเรียนมี ทักษะการลงความเห็น และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ดังตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง พืชต้องใช้แก๊สคาร์บอน ไดออกไซด์ในการสร้างอาหารหรือไม่ ที่พบว่าการทดลองของกลุ่มที่ 1 มีผลแตกต่างจาก 5 กลุ่มที่เหลือ คือ ใบผักบุ้งจีนในถุงพลาสติกที่ 1 เป็นใบที่ไม่ได้ออยู่ในถุงที่มีสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เมื่อหยดสารละลายไอโอดีนจึงเปลี่ยนสีจากสีน้ำตาลเป็นสีม่วงหรือสีน้ำเงิน ส่วนใบผักบุ้งจีนในถุงพลาสติกที่ 2 มีสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์วางอยู่ใกล้ๆ ภายในถุง เมื่อหยดสารละลายไอโอดีนจึงไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง แต่ผลการทดลองที่บันทึกได้ของกลุ่มที่ 1 พบว่าได้ผลสลับกับกลุ่มอื่น ครูจึงให้นักเรียนกลุ่มดังกล่าววิเคราะห์หาสาเหตุของผลการทดลองของกลุ่มพบว่า นักเรียนในกลุ่มจำใบผักบุ้งที่เด็ดมาไม่ได้จึงสลับกันในส่วนของการลงมือทดลอง ดังตัวอย่างการสนทนาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนด้านล่าง

ครู ใบผักบุ้งจีนในถุงพลาสติกที่ 1 และ 2 สามารถสร้างแป้งได้หรือไม่ ทราบได้อย่างไร
 นักเรียน ถ้าใบไหนมีแป้งเกิดขึ้น จะสังเกตจากสารละลายไอโอดีนเปลี่ยนสีจากสีน้ำตาล เป็นสีม่วง และก็จะเป็ใบผักบุ้งจีนในถุงพลาสติกที่ 1 ครับ (กลุ่มที่ 6)

- นักเรียน ครูครับ แต่กลุ่มของผมไม่เหมือนกับกลุ่มที่ 6 เลยครับ (กลุ่มที่ 1)
- ครู จริงหรือคะ แล้วกลุ่มที่เหลือล่ะคะ ได้ผลอย่างไร เหมือนหรือแตกต่างกับกลุ่มที่ 1 หรือไม่ (นักเรียนทุกกลุ่ม ได้ผลการทดลองดังเช่นกลุ่มที่ 6)
- ครู เอาละสิ มี 5 กลุ่มที่ได้ผลเหมือนกัน แต่มีเพียงกลุ่มเดียวคือกลุ่มที่ 1 ที่ได้ผลแตกต่างจากเพื่อน ถ้าอย่างนั้นพวกเราลองมาช่วยกันคิดสิว่าเพราะ เหตุใดกลุ่มที่ 1 จึงได้ผลการทดลองแตกต่างจากกลุ่มอื่น และกลุ่มที่ 1 เอง ก็ช่วยคิดด้วยนะคะ
- นักเรียน หนูคิดว่าจำนวนหยดสารละลายไอโอดีน เพื่อนจะต้องหยดไม่เท่ากันแน่ๆ เลยคะ (กลุ่มที่ 3)
- ครู คิดว่าอย่างไรคะ กลุ่มที่ 1 ลองช่วยกันทบทวนการทดลองของกลุ่มตนเองอีกครั้งนะคะ
- นักเรียน พวกหนูหยดจำนวนเท่ากัน และเวลาหยดเพื่อนๆ ในกลุ่มก็ช่วยนับด้วยคะ (กลุ่มที่ 1)
- ครู แล้วถ้าอย่างนั้น นักเรียนช่วยกันคิดอีกว่ามีประเด็นใดได้อีกที่ทำให้ผลการทดลองแตกต่างจากกลุ่มอื่นๆ
- นักเรียน เป็นไปได้หรือเปล่าครับ ที่เพื่อนเขาจะสลับใบกัน (กลุ่มที่ 2)
- ครู อืม ก็อาจเป็นไปได้ แล้วกลุ่มที่ 1 ละได้สลับใบกันหรือเปล่า
- นักเรียน ไม่แน่ใจเหมือนกันครับ
- ครู ลองคิดทบทวนอีกครั้งสิ เอแต่ทำไมกลุ่มอื่นๆถึงไม่สลับกันบ้างละ
- นักเรียน ทำคำหน้าที่ใบครับถ้าใบไหนอยู่ในถุงพลาสติกก็จะเด็ดปลายหน่อยๆ ให้จำได้ (กลุ่มที่ 4)
- ครู ดีมากเลย เป็นวิธีการแก้ปัญหาได้ดี และกลุ่มอื่นล่ะคะ
- นักเรียน เหมือนกันครับ กลุ่มผมใช้เส้นจิกที่ใบให้เป็นรอยคำหนี (กลุ่มที่ 5)
- ครู ถ้าอย่างนั้นกลุ่มที่ 1 ละคะ
- นักเรียน ไม่ได้ทำคำหนีอะไรเลยครับ และก็คิดได้แล้วว่าเพื่อนเขาสลับใบผิดจริงๆ ครับ (กลุ่มที่ 1)
- ครู เอาเป็นว่าเรารู้สาเหตุแล้ว มีใครจะเสนออะไรอีกหรือไม่
- นักเรียน เฝียบ และสายสิริชะ (ทุกกลุ่ม)

(วีดิทัศน์การสอนแผนที่ 4 วันที่ 3 สิงหาคม 2555)

จากกิจกรรม ในเหตุการณ์ที่นักเรียนได้ผลการทดลองหรือข้อสรุป ถือเป็น โอกาสดีที่ครูจะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการอภิปรายร่วมกันและคิดทบทวนกระบวนการทดลองและข้อสรุปของตนเอง ข้อมูลที่ได้สอดคล้องกับการสัมภาษณ์นักเรียนหมายเลข 2 ของกลุ่มที่ 4 ที่กล่าวว่า “ถ้าครูให้นักเรียนมีการอภิปรายผลหลังทดลองเสร็จก็ดีเหมือนกัน ถ้ากลุ่มไหนผิดก็ได้รับรู้และจะได้แก้ทันและช่วยกันคิดหาสาเหตุของสิ่งที่ผิดพลาดก็สนุกดีและจะได้เข้าใจตรงกันมากขึ้นด้วยคะ” (การสัมภาษณ์นักเรียนวันที่ 3 สิงหาคม 2555)

วิธีที่ 2 การใช้ยุทธวิธีที่หลากหลายให้นักเรียนนำเสนองาน

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ครูควรฝึกให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมโดยใช้วิธีการนำเสนอที่หลากหลาย เช่น การวาดภาพ การสร้างกราฟ การสร้างตารางข้อมูลประกอบการนำเสนอ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนฝึกทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล เช่น แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช ที่ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างแผนภาพ เพื่อแสดงการเจริญเติบโตของต้นถั่ว

- ครู เมื่อนักเรียนในแต่ละกลุ่มช่วยกันทำการนำเสนอผลการศึกษาปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่วเขียวแล้ว ครูให้ส่งตัวแทนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน 1 คน และในครั้งต่อไปห้ามซ้ำคนเดิมจนกว่าจะเวียนกันจนครบ
- นักเรียน ภาพนี้เป็นภาพแสดงเจริญเติบโตของต้นถั่วเขียว ซึ่งเมื่อได้รับแสงและไม่ได้รับแสง ได้รับน้ำและไม่ได้รับน้ำจะมีความสูงแตกต่างกัน นอกจากนั้นลักษณะสีและขนาดของลำต้นยังแตกต่างกันด้วย ดังเช่น
1. ต้นถั่วเขียวต้นที่ 1 รดน้ำและถูกแสง มีความสูงเท่ากับ 14 เซนติเมตร ลำต้นขนาดพอประมาณ เป็นเพราะได้รับปัจจัยที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต
 2. ต้นถั่วเขียวต้นที่ 2 ไม่ได้รดน้ำและถูกแสง มีความสูงเท่ากับ 8 เซนติเมตร ลำต้นเล็กลีบ ใบและลำต้นเริ่มเหี่ยวลง เป็นเพราะขาดปัจจัยในการเจริญเติบโตบางอย่าง คือ น้ำ
 3. ต้นถั่วเขียวต้นที่ 3 ไม่ได้รดน้ำ และไม่ถูกแสง มีความสูง เท่ากับ 6 เซนติเมตร ลำต้นเล็กลีบ สีของใบและลำต้นเหลืองซีดและตายเร็วมากเป็นเพราะขาดปัจจัยในการเจริญเติบโต คือ แสงและน้ำ
 4. ต้นถั่วเขียวต้นที่ 4 รดน้ำและไม่ถูกแสง มีความสูงเท่ากับ 18 เซนติเมตร แต่ลำต้นและใบจะเล็กมาก และมีสีเหลืองซีดเป็นเพราะขาดปัจจัยในการเจริญเติบโตของพืช คือ แสง และการที่ลำต้นของมันสูงมากกว่าต้นอื่นๆ เป็นเพราะว่ามันจะพยายามเข้าหาแสงสว่าง
 5. จากการทดลองสามารถพยากรณ์ได้ว่า ต้นถั่วเขียวในกระถางที่ 1 เท่านั้นที่จะสามารถเจริญเติบโตต่อไปได้

(วิดิทัศน์การสอนแผนที่ 1 วันที่ 13 กรกฎาคม 2555)

จากกิจกรรมดังกล่าว พบว่า ตัวแทนกลุ่มนำเสนอหน้าชั้นเรียนโดยการอ่านจากใบกิจกรรมที่นักเรียนเป็นผู้เขียนบันทึกไว้ ซึ่งผู้วิจัยได้ปรับรูปแบบการนำเสนอของนักเรียน เพื่อไม่ให้นักเรียนก้มหน้าอ่านจากใบกิจกรรมเพียงอย่างเดียว เช่น ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องพืชมีการสร้างอาหาร นักเรียนวาดภาพการเปลี่ยนแปลงสีของใบไม้ประกอบกับภาพการ์ตูนสร้างบทสนทนาของ

ตัวการ์ตูนให้ดูน่าสนใจมากยิ่งขึ้น (วันที่ 27 กรกฎาคม 2555) และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างแผนภาพความคิด (Mind Map) แสดงการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช

นักเรียนกลุ่มที่ 3 ทางกลุ่มของเราได้ช่วยกันระดมความคิดและตกแต่ง จนได้เป็น Mind map แสดงให้เห็นการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช (นักเรียนแสดงแผนภาพความคิดของกลุ่ม) จากภาพจะเห็นได้ว่า พืชบางชนิด มีการตอบสนองต่อแสง เช่น ต้นถั่วเขียวที่พวกเราเพาะจนเจริญเติบโตแล้วชอนไว้ใต้อีกต้นที่มีแสงส่องผ่านด้านหนึ่ง ลำต้นของต้นถั่วเขียวก็เอนไปทางที่มีแสง ต้นดอกทานตะวันก็จะโน้มดอกมารับแสง ดอกคุณนายต้นสายถ้าได้รับแสงเร็วก็จะบานเร็ว แสดงว่าพืชมีการตอบสนองต่อแสง แสงเป็นสิ่งเร้า



ภาพที่ 4.5 ชิ้นงานนักเรียนในการสอนแผนที่ 8 วันที่ 9 กันยายน 2555

สำหรับในการวัดลำดับการนำเสนอ ผู้วิจัยใช้วิธีการจับฉลาก เพื่อให้ทราบว่ากลุ่มใดจะได้นำเสนอแต่ต้องไม่ใช่ นักเรียนคนเดียวกับที่เคยออกนำเสนอแล้วแล้ว ให้เลือกนักเรียนที่ยังไม่เคยอภิปรายเลย จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามทำกิจกรรมเพื่อช่วยให้นักเรียนเตรียมตัวก่อนออกนำเสนอผลการทดลอง และการอภิปรายร่วมกันเพื่อสร้างข้อสรุป

ขั้นขยายความรู้

วิธีที่ 1 การใช้สถานการณ์ใหม่เพื่อช่วยให้นักเรียนได้ฝึกทักษะที่เรียนไปแล้ว

ขั้นขยายความรู้ ครูควรให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนไปในสถานการณ์ใหม่ที่พบในชีวิตประจำวัน เช่น แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ที่ผู้วิจัยเจกดันพืชที่มีลักษณะเหี่ยวเฉาอยู่ในกระถางที่สภาพดินแห้งและแน่น และมอบหมายให้นักเรียนคิดหาวิธีช่วยให้ต้นพืชสามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ ซึ่งในกิจกรรมนี้นักเรียนได้ฝึกทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป และทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

- ครู สิ่งที่อยู่บนโต๊ะของกลุ่มของนักเรียน คืออะไร และมีลักษณะอย่างไรบ้าง
- นักเรียน ต้นไม้ที่เหี่ยว
- ครู มีแก่นนั้นหรือคะ นักเรียนลองสังเกตสิ่งอื่นด้วยนะคะ
- นักเรียน อ้อ ดินมันแห้งๆ ค่ะครู
- ครู ถูกต้องใช่แล้วค่ะ ทุกกลุ่มจะได้เหมือนกัน แล้วทราบหรือไม่ ว่าครูนำมาวางบนโต๊ะของนักเรียนทำไม
- นักเรียน ไม่ทราบครับ/ค่ะ (พร้อมกับสายศีรษะ)
- ครู จุดประสงค์ที่ครูนำมาให้นักเรียน ก็คือ ในเมื่อพวกเราเรียนเรื่องเกี่ยวกับปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืชแล้วนั้นเพราะฉะนั้นครูจะให้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดวิธีที่จะให้ต้นไม้ในกระถางที่อยู่ตรงหน้านักเรียนว่าจะทำอย่างไรให้กับมามีสภาพที่บ่งบอกของการมีชีวิตที่จะเจริญเติบโตได้อีกต่อไป โดยครูให้นักเรียนวางกระถางบนกระดาษที่ขนาดใหญ่อยู่ตรงกลางของโต๊ะ แล้วให้นักเรียนสร้างแผนภาพเป็น Mind Map ขึ้นมาจากนั้น (นักเรียนทุกกลุ่มจะช่วยกันคิด และเขียนสมมติฐานของความเป็นไปได้ลงในกระดาษจากกิจกรรมดังกล่าว เมื่อนักเรียนปฏิบัติเสร็จแล้วครูให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง) เมื่อนักเรียนตั้งสมมติฐานแล้ว เพราะฉะนั้นนักเรียนจะต้องติดตามผล สังเกตว่าเกิดอะไรขึ้นบ้าง
- นักเรียนกลุ่มที่ 1 เข้าใจแล้วค่ะ ถ้าอย่างนั้นกลุ่มหนูจะติดตามการรดน้ำ และเปลี่ยนกระถางใส่ดินเพิ่มให้เยอะขึ้น และให้แสงที่เพียงพอ แต่ตอนแรกๆ คงต้องให้อยู่ในที่ร่มๆ ก่อนพอมันฟื้นแล้วค่อยเอาไปวางตากแดด

(วิดีโอทัศน์การสอนแผนที่ 3 วันที่ 1 สิงหาคม 2555)

จากการที่ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน พบว่านักเรียนให้ความสนใจกับกิจกรรมอย่างมาก ดังที่นักเรียนบอกว่า “กิจกรรมนี้ก็ตื่นะครู ขนาดเรียนเรื่องนี้ผ่าน ไปแล้วยัง ได้ฝึกทำใหม่ เพื่อนๆ ก็ช่วยกันดี บางกลุ่มก็เอาปุ๋ยคอกมาใส่ พอแคะร่อนมากๆ ก็ไปเอาต้นไม้ไปเก็บไว้ในร่ม” (การสัมภาษณ์นักเรียนแบบกลุ่มวันที่ 1 สิงหาคม 2555)

และในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ผู้วิจัยให้นักเรียนทำกิจกรรมเพิ่มเติมนอกเวลาเรียน คือให้นักเรียนนำเมล็ดถั่วแดง และเมล็ดข้าวโพด ชนิดละ 3 เมล็ดต่อคน แล้วให้นักเรียนทุกคนปลูกในถุงเพาะเมล็ด มอบหมายให้นักเรียนดูแลรดน้ำจนโต ให้มีความสูงประมาณ 10 เซนติเมตร ซึ่งใช้เวลาเฉลี่ยประมาณ 10 วัน แล้วให้นักเรียนถอนออกมาอย่างระมัดระวังเพื่อไม่ให้รากขาด ฝักให้นักเรียนใช้ทักษะการวัด ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล เกณฑ์การจำแนก และทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลโดยใช้ร่วมแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่องการลำเลียงน้ำและอาหารของพืช ที่ใช้ใบความรู้เพิ่มเติมใบความรู้เพิ่มเติมที่ 3 เรื่องหน้าที่ของรากให้นักเรียนศึกษา ดังตัวอย่างรูปแบบกิจกรรมและคำตอบของนักเรียนหมายเลข 13

ใบความรู้เพิ่มเติมที่ 5
หน้าที่ของราก

ระบบราก
ราก (root) เป็นส่วนประกอบของพืชที่เจริญเติบโตอยู่ในดินและทำหน้าที่ดูดน้ำและแร่ธาตุที่จำเป็นสำหรับพืชไว้ใช้
ชนิดที่ขึ้นดิน รากส่วนใหญ่มีสองประเภทคือ ระบบรากของพืชมี 2 ระบบ คือ

1. ระบบรากแก้วหรือรากหัวเป็นรากหลักที่เจริญจากโคนลำต้น และรากแขนงแตกออกมาตามโนดที่ใบที่อยู่ด้านล่าง
2. ระบบรากค้ำยันหรือฝอย เป็นรากที่มีอยู่ ๑ จำนวนมาก รากแขนงแตกออกมาตามความยาวของลำต้น รากค้ำยันและรากฝอยที่ขึ้นในดิน รากค้ำยันมีลักษณะเป็นส่วนใหญ่



หน้าที่ของราก : รากมีหน้าที่สำคัญ 2 ประการ คือ

1. ดูน้ำ และแร่ธาตุจากดินและรับไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ซึ่งตั้งอยู่ในดินรวมทั้งการหายใจและการสังเคราะห์แสงด้วย พืชชนิดนี้มีการเจริญเติบโตโดยมีระบบรากไปรับน้ำและธาตุอาหารจากดิน พืชที่มีรากค้ำยันหรือรากหัวสามารถดูดน้ำและแร่ธาตุจากดินได้โดยตรง
2. ดูน้ำและแร่ธาตุที่จำเป็นสำหรับพืชที่เจริญเติบโตในดิน รากค้ำยันที่ขึ้นในดินมีลักษณะเป็นฝอยหรือเป็นเส้นใยที่แตกแขนงออกไป

หน้าที่พิเศษของราก : พืชบางชนิดมีการปรับตัวที่พิเศษจากที่ส่วนรากหัวหรือหัวดิน ได้แก่

1. รากค้ำยัน (prop root) เป็นรากที่แตกออกมาเพื่อค้ำยันต้นพืช รากของต้นไม้ที่ใช้ปลูกเช่น กล้วยไม้ กวักไม้ กล้วย กล้วยไม้



2. รากค้ำยัน (climbing root) เป็นรากที่แตกออกมาเพื่อค้ำยันต้นพืชที่เกาะกับต้นไม้ใหญ่เพื่อใช้ขึ้นตามต้น รากค้ำยัน พืชบางชนิดใช้
3. รากหายใจ (aerating root) เป็นรากที่แตกออกมาจากใบที่ฝังลงในดินช่วยระบายน้ำและอากาศในดิน รากค้ำยัน
4. รากสังเคราะห์แสง (photosynthetic root) เป็นรากที่แตกออกมาจากลำต้น และมีสีเขียวตามใบ รากค้ำยันหรือรากค้ำยัน รากค้ำยัน
5. รากสะสมอาหาร (storage root) มีลักษณะยาวสั้น เช่น หัวผักกาด แครอท มันเทศ มันฝรั่ง มันสำปะหลัง เป็นต้น



ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....

ใบนี้เพื่อทดสอบความเข้าใจ

1. ระบบรากของต้นพืชมีกี่ระบบ คือ
2. หน้าที่ของรากค้ำยันคืออะไร
3. หน้าที่ของรากค้ำยัน ใช้ทำอะไรบ้าง
4. รากค้ำยันหรือรากค้ำยันมีกี่ส่วนและใช้ทำอะไรบ้าง
5. รากค้ำยันมีกี่ประเภท
6. รากค้ำยันมีกี่ชนิดอะไรบ้าง



ภาพที่ 4.6 แบบบันทึกกิจกรรมเพิ่มเติม เรื่องหน้าที่ของราก

1. ระบบรากของต้นพืชมีกี่ระบบ คืออะไร
คำตอบ 2 ระบบ คือ ระบบรากแก้ว และรากฝอย
2. รากของต้นถั่วค้ำเป็นระบบรากชนิดใด และรากของต้นข้าวโพดเป็นระบบรากชนิดใด
คำตอบ รากของต้นถั่วค้ำเป็นระบบรากแก้ว และรากของต้นข้าวโพดเป็นระบบรากฝอย

3. ลักษณะของรากของต้นพืชทั้ง 2 ชนิด เป็นอย่างไร
คำตอบ ต้นถั่วดำรากจะใหญ่ตรงโคนและจะค่อยๆเล็กลงไปเรื่อยๆ และยาวมาก ส่วนรากของต้นข้าวโพด จะกระจุกอยู่ตรงโคนไม่ยาวเหมือนรากถั่วดำ
4. ขนาดความยาวของรากต้นพืชทั้ง 2 ชนิด แตกต่างกันเท่าไร
คำตอบ 7 เซนติเมตร เมื่อวัดจากโคน ไปยังส่วนที่ยาวที่สุด
5. หน้าที่หลักของรากต้นพืช คืออะไร
คำตอบ ดูดน้ำ และแร่ธาตุ และยึดลำต้นให้ติดกับพื้นดิน
6. หน้าที่ของรากพิเศษ ใช้ทำอะไรบ้าง
คำตอบ ค้างจุน ยึดเกาะ หายใจ สังเคราะห์ด้วยแสงและสะสมอาหาร
7. รากที่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้ ส่วนมากจะมีลักษณะอย่างไร
คำตอบ มีสีเขียวของคลอโรฟิลล์
8. รากพืชชนิดใดบ้างที่เป็นรากสะสมอาหาร
คำตอบ ผักกาดหัว มันเทศ มันแกว แครอท มันสำปะหลัง
9. รากของต้น โกงกางมีหน้าที่อะไร
คำตอบ ช่วยพยุงลำต้นไม่ให้ลำต้นล้มง่าย และหายใจ
10. นักเรียนจะใช้เกณฑ์จำแนกลักษณะรากของพืชโดยทั่วไปได้อย่างไร
คำตอบ ใช้เกณฑ์ระบบราก คือระบบรากแก้ว ได้แก่ มะม่วง มะขาม กระท้อน ลำไย ระบบรากฝอย ได้แก่ ข้าว ข้าวโพด หนุ่ย เตย ไม้

(ใบความรู้เพิ่มเติมที่ 3 เรื่องหน้าที่ของราก ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 วันที่ 8 สิงหาคม 2555)

ชั้นประเมิน

วิธีที่ 1 ครูควรให้นักเรียนประเมินตนเองว่าได้เรียนรู้ทักษะอะไรบ้าง

ชั้นประเมิน ครูควรให้นักเรียนประเมินตนเองว่านักเรียนได้เรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อะไรบ้างจากคาบเรียนนั้นๆ ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนวิเคราะห์ว่าตั้งแต่ขั้นนำจนถึงขั้นขยายความรู้ นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทักษะอะไรบ้าง เพื่อเป็นการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนในแต่ละทักษะ โดยครูกำหนดให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตั้งสถานการณ์การทดลอง กลุ่มละ 1 เรื่อง และ

ช่วยกันระดมความคิดตั้งแต่ก่อนการทดลอง ออกแบบการทดลอง และได้ปฏิบัติจริง ซึ่งเป็นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 12 ทักษะ และแม้จะทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม แต่ครูควรให้นักเรียนเขียนรายงานผลตั้งแต่ขั้นแรกจนถึงขั้นสุดท้ายเป็นรายบุคคล

ตัวอย่างเช่น เมื่อเรียนจบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5, 6, 7 และ 8 พบว่านักเรียนจะมีการตั้งสถานการณ์คล้ายๆ กันบ้าง เช่น การศึกษาการลำเลียงน้ำของพืช ที่นักเรียนมีการกำหนดใช้พืชลักษณะต่างๆ ในการ เช่นน้ำหมักสีต่างๆ ตามความสนใจ การเลือกชนิดของพืชที่มีลักษณะลำต้นเหมาะสมกับการทดลองเอง หรือแม้กระทั่งการใช้ส่วนที่เป็นดอกโดยเน้นลักษณะที่มีสีขาว หรือการกำหนดช่วงเวลาของดอกไม้ที่มีแสงอาทิตย์ที่เป็นปัจจัยต่อการบาน และการหุบ จากการสังเกตพืชดอกรอบตัวในชีวิตประจำวันของนักเรียน

ข้อมูลจากการสัมภาษณ์นักเรียนระบุว่านักเรียนมีความเห็นว่ากิจกรรมนี้ช่วยให้นักเรียนได้เกิดการทบทวนความเข้าใจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น นักเรียนหมายเลข 5 กล่าวว่า “พอครูให้ทำกิจกรรมนี้อีกครั้งก่อนจบคาบเรียนทำให้ผมเกิดความเข้าใจมากขึ้นครับเพื่อนๆ ในกลุ่มก็ช่วยกันดี แต่ไม่ใช่อะไรอย่างเดียวนะคือเขียนเยอะมากแต่ก็ได้ความรู้” (การสัมภาษณ์นักเรียนวันที่ 24 สิงหาคม 2555)

การอภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้จัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางของ สสวท. (สสวท., 2546) ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้น คือ 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) 4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) 5) ขั้นประเมิน (Evaluation) เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 12 ทักษะ คือ 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการวัด 3) ทักษะการคำนวณ 4) ทักษะการจำแนกประเภท 5) ทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล 6) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล 7) ทักษะการพยากรณ์ 8) ทักษะการตั้งสมมติฐาน 9) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 10) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 11) ทักษะการทดลอง และ 12) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ในบทเรียนเรื่องการดำรงชีวิตของพืชของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยทำการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ประกอบกับการบันทึกสะท้อนความคิด และการสัมภาษณ์นักเรียนแบบกลุ่ม

จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องการดำรงชีวิตของพืช มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน รายทักษะจากแบบวัด 4 ฉบับ ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มนักเรียนที่ไม่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่สมบูรณ์ และกลุ่มนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยพบว่าหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จำนวนนักเรียนในกลุ่มที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เพิ่มมากขึ้นกว่าก่อนเรียน เรียงตามลำดับจากมากไปน้อย สามอันดับแรก มีดังนี้ ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (จากก่อนเรียน 1 คน เป็นหลังเรียน 22 คน) ทักษะการทดลอง (จากก่อนเรียน ไม่มีนักเรียนในกลุ่มที่มีทักษะการทดลอง เป็นหลังเรียนมีทักษะ 19 คน) และทักษะการสังเกต (จากก่อนเรียน ไม่มีนักเรียนในกลุ่มที่มีทักษะการสังเกต เป็นหลังเรียนมีทักษะ 16 คน) ผลที่ได้นี้สอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมาที่พบว่านักเรียนระดับประถมศึกษาที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อาทิ งานวิจัยของ รุจภา ประถมวงษ์ (2552); นันทกา คันธิงค์ (2547); บัชรินทร์ สารวรรณ (2547); คมขำ บุ่งนาแซง (2555)

ซึ่งสาเหตุที่นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ อาจเนื่องมาจากลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดในงานวิจัยนี้ ส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

ในขั้นสร้างความสนใจ ผลการวิจัยพบว่า **วิธีที่ 1** ผู้วิจัยกระตุ้นความสนใจนักเรียนโดยการใช้สื่อการสอนที่เป็นรูปธรรมพร้อมกับคำถามนำอภิปราย เช่น การใช้คลิปวิดีโอ การใช้ต้นไม้จริง และรูปภาพ ซึ่งเป็นการฝึกทักษะการสังเกต และทักษะการลงความเห็นข้อมูล นอกจากนี้ยังใช้สื่อวิดีโอหรือภาพประกอบ เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจ เกิดการอภิปรายแสดงความคิดเห็นร่วมกัน และนักเรียนมีการนำเอาความรู้และทักษะเดิมที่มีอยู่มาสัมพันธ์กับบทเรียนใหม่ สอดคล้องกับชินจิต แสนสุข (2553) ที่พบว่า การใช้สื่อมัลติมีเดีย สื่อแอนิเมชัน เป็นเครื่องมือในการนำนักเรียนเข้าสู่บทเรียนซึ่งสื่อดังกล่าวช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ทำให้นักเรียนเกิดความสนุกสนาน ไม่รู้สึกเบื่อหน่ายการเรียน นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับพอรินทร์ พุกพูนธนพัฒน์ (2555) ที่พบว่า การใช้คำถามนักเรียนจะสนองตอบคำถามของครูได้ดีเมื่อมีสื่อที่เป็นรูปภาพหรือวิดีโอประกอบในประเด็นคำถามนั้นๆ **วิธีที่ 2** ผู้วิจัยสร้างสถานการณ์เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยและอยากค้นหาคำตอบร่วมกัน โดยเกิดการโต้แย้งและกระตุ้นให้นักเรียนอยากหาคำตอบในขั้นต่อไป สอดคล้อง

กับแนวการสอนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่กล่าวว่า ครูผู้สอนบาทควรมีบทบาทเป็นผู้เร้าความสนใจ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัย คิดหาคำตอบ ช่วยจัดสร้างสถานการณ์ สิ่งอำนวยความสะดวกและจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เอื้อต่อการสืบเสาะหาความรู้ ทั้งนี้จะต้องมีการแทรกคำถามเป็นระยะๆ เพื่อนำผู้เรียนไปสู่การค้นหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

ในขั้นสำรวจและค้นหา ผลการวิจัยพบว่า **วิธีที่ 1** ครูใช้กิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เน้นการมีส่วนร่วมในการทำงาน ครูคอยกระตุ้นด้วยการใช้คำถามในระหว่างการทดลองที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ สอดคล้องกับแนวคิดของบลูม (Bloom., 1976) ที่กล่าวว่า การให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนร่วมกันถือว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ เช่นเดียวกับ เสกสรร มาดวังแสง (2552) และลัดดาพร จุปะมะดั่ง (2555) ที่พบว่า ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีการระบุขั้นตอนการปฏิบัติทดลองอย่างละเอียด นักเรียนสามารถปฏิบัติตามได้ โดยการหยิบ จับ สัมผัส อุปกรณ์ต่างๆ ด้วยตนเอง รู้จักการจำแนกแยกแยะเปรียบเทียบ ลักษณะของวัสดุอุปกรณ์ จึงส่งผลให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ ในขณะที่นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมการทดลองนั้นๆ นอกจากนี้ ภพเลาห์ ไพบูลย์ (2542) สรุปไว้ว่า การให้นักเรียนมีโอกาสฝึกฝน ในด้านการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เป็นสิ่งก่อให้เกิดการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และยังพบว่า รอฮานิง เจ๊ะคอเลาะ (2555) ที่กล่าวว่า ครูผู้สอนควรสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ โดยให้นักเรียนทำกิจกรรมการทดลอง การสำรวจ และการสาธิต ได้ใช้อุปกรณ์การทดลอง นักเรียนมีโอกาสทำงานเป็นกลุ่มทุกคนมีบทบาทในการทำกิจกรรมการเรียนรู้เต็มที่ในการสืบค้นและค้นหาคำตอบร่วมกันที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันและนำความรู้ที่ได้ไปตอบข้อสงสัยหรือเชื่อมโยงกับสิ่งที่เกิดขึ้นจริง นอกจากนี้วิธีการดังกล่าวข้างต้นต้องสอดคล้องกับทฤษฎีของ กานเย (Gagne, 1974) ที่กล่าวว่า การลงมือปฏิบัติช่วยให้ผู้เรียนสามารถแสดงพฤติกรรมตามจุดประสงค์

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

ในขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ผลการวิจัยพบว่า **วิธีที่ 1** ครูควรให้นักเรียนอภิปรายผลการทำกิจกรรมร่วมกัน ซึ่งจะช่วยให้ฝึกให้นักเรียนมีทักษะในการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป นักเรียนมีการอภิปรายซักถามแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และได้แย้งในองค์ความรู้ใหม่ที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมร่วมกันภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิด จอห์นสัน และจอร์สัน (Johnson and

Johnson, 1994) ที่ได้อธิบายว่า สมาชิกกลุ่มทุกคนมีความสำคัญ และความสำเร็จของกลุ่มขึ้นกับสมาชิกทุกคนในกลุ่ม โดยทุกคนจะต้องร่วมมือกันและช่วยกันเรียนรู้มีความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ร่วมกัน ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ให้แต่ละกลุ่มมีการแสดงหลักฐานยืนยันของแต่ละกลุ่มถึงคำอธิบายหรือร่องรอยว่าข้อมูลที่ได้จากการลงข้อสรุปยังเรียบเรียงไม่ถูกต้อง แต่ก็สามารถเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้นในกิจกรรมถัดไป โดยครูเป็นผู้ช่วยคอยชี้แนะในระยะแรกๆ จนนักเรียนสามารถสรุปข้อค้นพบเป็นก้อนใหญ่ที่เกิดจากการเรียบเรียงข้อมูลก้อนเล็กๆของแต่ละกลุ่ม สอดคล้องกับ Reynolds (1994) ที่ได้อธิบายถึงการอภิปรายกลุ่มไว้ว่า การอภิปรายกลุ่มควรจะให้สมาชิกทุกคนมีส่วนร่วมในการสนทนา หลังจากนั้นให้ผู้เรียนเปรียบเทียบข้อสรุปและหลักฐานการดำเนินกิจกรรมในแต่ละครั้งเพื่อนำไปสู่การสรุปข้อคิดที่ได้จากเรื่องนั้นๆ นอกจากนี้งานวิจัยพบว่า วิธีที่ 2 ครูควรใช้ทฤษฎีที่หลากหลายเพื่อให้นักเรียนนำเสนองาน เช่น การวาดภาพ การสร้างกราฟ การสร้างตารางข้อมูลประกอบการนำเสนอ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนฝึกทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ซึ่งสุรจิตรา เศรษฐภักดี (2547) พบว่า การที่นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้ที่ค้นพบ พร้อมทั้งร่วมกันนำเสนอและเผยแพร่ความรู้ ในรูปแบบของการอภิปราย การแสดงผลงานและการวิเคราะห์จะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการตีความหมายและการลงข้อสรุปอีกด้วย ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ให้อิสระแก่นักเรียนในการลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ พร้อมทั้งนำเสนอความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งพบว่า ในระยะแรกๆ เมื่อนักเรียนส่งตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอด้วยการพูดหน้าชั้นเรียนแต่ละกลุ่มนั่งเงียบมีการเกยกัน ไม่กล้าออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน และเมื่อออกมานำเสนอ นักเรียนไม่สามารถพูดได้อย่างชัดเจนเกิดความลังเลและไม่มั่นใจ พูดเสียงเบาจับใจความสำคัญไม่ได้ ซึ่งในระยะแรกครูอนุญาตให้ตัวแทนนักเรียนอ่านจากกระดาษที่นักเรียนจดไว้ และใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนแสดงการสนทนาในการอภิปรายหน้าชั้นเรียนอย่างมีลำดับขั้น ซึ่งในแผนการจัดการเรียนรู้ในแผนถัดไปตัวแทนของนักเรียนมีการพัฒนาที่ดีขึ้นตามลำดับ แสดงการกระตือรือร้นในการเตรียมนำเสนอข้อมูลจากตัวแทนในแผนกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผ่านมาช่วยถ่ายทอดให้กับตัวแทนคนใหม่ของกลุ่ม จนหมุนเวียนครบสมาชิกในกลุ่ม โดยการที่ครูช่วยใช้คำถามในการนำอภิปรายหน้าชั้นเรียนของนักเรียนแต่ละกลุ่มเพื่อให้นักเรียนบางคนที่ทำหน้าที่เป็นตัวแทนกลุ่มรู้สึกไม่กดดัน และมีความมั่นใจมากขึ้น และครูค่อยๆปรับบทบาทในการช่วยแนะนำนักเรียนให้น้อยลงเพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการนำเสนอด้วยตนเองมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ รอฮานิง เจ๊ะคอเต๊ะ (2555) ที่พบว่า ในการนำเสนอผลการทำกิจกรรมของกลุ่มตนเองนักเรียนยังไม่สามารถจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูลได้ด้วยตนเองครูต้องคอยให้คำแนะนำและกำกับติดตาม นักเรียนจึงเริ่มมีความมั่นใจมากยิ่งขึ้นแต่ก็ยังนำเสนอผลการทำกิจกรรมด้วยการอ่านมากกว่าการอธิบาย

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้

ในขั้นขยายความรู้ ผลการวิจัยพบว่า **วิธีที่ 1** ครูควรใช้กิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกทักษะที่เรียนไปในสถานการณ์ใหม่ที่พบในชีวิตประจำวัน โดยการกำหนดสถานการณ์หรือการทดลองให้นักเรียนทำกิจกรรมเพิ่มเติมนอกเวลาเรียน คือ การให้นักเรียนศึกษาปัจจัยของการดำรงชีวิตของต้นเฟิร์นที่ผู้วิจัยนำมาให้นักเรียนกลุ่มละ 3 กระถาง ซึ่งนักเรียนจะต้องออกแบบการทดลองตลอดจนกำหนดจุดประสงค์ของการทดลอง กำหนดปัญหาของการทดลอง ตั้งสมมติฐานของการทดลอง กำหนดตัวแปร และกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ เพื่อเป็นการฝึกทักษะการวัด ทักษะการสังเกต ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการคำนวณ ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป เหน้ก้นการจำแนก ทักษะการทดลอง และทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป สอดคล้องกับงานวิจัยของ รอฮานิง เจ๊ะคอเลาะ (2555) ที่กล่าวว่า ครูผู้สอนควรสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ โดยให้นักเรียนทำกิจกรรมการทดลอง การสำรวจ และการสาธิต ได้ใช้อุปกรณ์การทดลอง นักเรียนมีโอกาสทำงานเป็นกลุ่มทุกคนมีบทบาทในการทำกิจกรรมการเรียนรู้เต็มที่ในการสืบค้นและค้นหาคำตอบร่วมกันที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันและนำความรู้ที่ได้ไปตอบข้อสงสัยหรือเชื่อมโยงกับสิ่งที่เกิดขึ้นจริง

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน

ในขั้นนี้ ผลการวิจัยพบว่า ครูควรให้นักเรียนประเมินตนเองว่าเรียนรู้ทักษะอะไรไปบ้าง ซึ่งการทำเช่นนี้ช่วยให้นักเรียนวิเคราะห์ว่าตั้งแต่ขั้นนำจนถึงขั้นขยายความรู้ นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อะไรบ้าง เพื่อเป็นการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนในแต่ละทักษะ สอดคล้องกับหัสชัย สะอาด (2553) ที่กล่าวว่า ครูควรเปิด โอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการประเมินตนเอง ทำให้ผู้เรียนทราบว่าตนเองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร

อย่างไรก็ดี งานวิจัยพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนพัฒนาได้น้อยแม้หลังเรียน ได้แก่ 1) ทักษะการคำนวณ โดยก่อนเรียนมีจำนวนนักเรียนอยู่ในกลุ่มมีทักษะ 8 คน และหลังเรียนเพิ่มขึ้นเป็น 13 คน 2) ทักษะการลงความเห็นข้อมูล โดยก่อนเรียนมีจำนวนนักเรียนอยู่ในกลุ่มมีทักษะ 11 คน และหลังเรียนเพิ่มขึ้นเป็น 14 คน 3) ทักษะการจำแนกประเภท โดยก่อนเรียนมีจำนวนนักเรียนอยู่ในกลุ่มมีทักษะ 5 คน และหลังเรียนเพิ่มขึ้นเป็น 15 คน โดยสาเหตุอาจเป็นเพราะข้อจำกัดของเวลา ซึ่งเวลาที่ผู้วิจัยใช้ในการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มี

ลักษณะ 3 คาบเรียนต่อเนื่อง จากการสัมภาษณ์นักเรียน ทำให้ทราบว่า นักเรียนบางคนที่อยู่ในกลุ่มเรียนอ่อน ซึ่งมีความสามารถและความถนัดทางการเรียนที่แตกต่างจากนักเรียนในกลุ่มเก่งอยู่มาก จะรู้สึกเบื่อหน่ายกับการเรียนที่ใช้ระยะเวลายาวนานเกินไปและเมื่อลงมือปฏิบัติกิจกรรมจะต้องให้ความสำคัญกับการเขียนมากขึ้น ซึ่งมีอิทธิพลต่อความตั้งใจเรียนของนักเรียน เป็นสิ่งที่ผู้วิจัยจะต้องปรับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้เอื้ออำนวยต่อความถนัดและความสามารถส่วนบุคคลของผู้เรียน



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยปฏิบัติการมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และเพื่อศึกษาเทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่สนับสนุนการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

สรุปผลการวิจัย

คำถามวิจัย

1. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างไร ก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
2. เทคนิควิธีในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่สนับสนุนการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีลักษณะอย่างไร

สถานที่ดำเนินการวิจัย

โรงเรียนสอนดีพิทยาลงกรณ์ (นามสมมติ) ซึ่งเป็น โรงเรียนประถมศึกษาขนาดกลาง (จำนวนนักเรียนประมาณ 600 คน) สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน เขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาปทุมธานี เขต 1 จังหวัดปทุมธานี

กลุ่มที่ศึกษา

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 28 คน เป็นนักเรียนชาย 13 คน นักเรียนหญิง 15 คน ที่เรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 ในโรงเรียนสอนดีพิทยาลงกรณ์ ซึ่งเป็นห้องเรียนที่ผู้วิจัยรับผิดชอบสอน

รูปแบบการวิจัย: การวิจัยปฏิบัติการ (Action Research)

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการ (Action research) เนื่องจากผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีประสบการณ์การสอนมาเป็นเวลา 7 ปี ประสบปัญหาในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ในเรื่องของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนของตนเองในเรื่องดังกล่าว โดยผู้วิจัยต้องการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ขณะเดียวกันก็ต้องการพัฒนาการสอนของตนเอง สอดคล้องกับหลักการของการวิจัยปฏิบัติการที่ผู้ปฏิบัติงานประสบปัญหาเกี่ยวกับงานที่ปฏิบัติ และต้องการพัฒนาการปฏิบัติงานของตนเองให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ด้วยเหตุนี้งานวิจัยนี้จึงดำเนินการตามหลักการและขั้นตอนของการวิจัยปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (1998) โดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นการวางแผน (Plan) 2) ขั้นการปฏิบัติ (Act) 3) ขั้นการสังเกต (Observe) และ 4) ขั้นการสะท้อนการปฏิบัติ (Reflect) โดยแต่ละขั้นตอนจะดำเนินการต่อเนื่องกันไปเป็นวงจรทั้งสิ้น 8 วงจรตามจำนวนแผนการเรียนรู้ 8 แผน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช

เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เรื่อง การดำรงชีวิตของพืชของนักเรียน คือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จำนวน 8 แผน ครอบคลุมแนวคิด 4 แนวคิด คือ 1) ปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช 2) กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง 3) การลำเลียงน้ำและอาหารของพืชและ 4) การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืชและครอบคลุมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 12 ทักษะ ได้แก่ 1) ทักษะการสังเกต 2) ทักษะการวัด 3) ทักษะการคำนวณ 4) ทักษะการจำแนกประเภท 5) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 6) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล 7) ทักษะการพยากรณ์ 8) ทักษะการตั้งสมมติฐาน 9) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 10) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 11) ทักษะการทดลอง และ 12) ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป โดยใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 9 สัปดาห์ โดยสองสัปดาห์แรกใช้ 1 แผน สัปดาห์ถัดไปสัปดาห์ละ 1 แผน แผนละ 3 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที รวมทั้งสิ้น 27 คาบเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวมข้อมูลเพื่อตอบคำถามการวิจัยข้อที่ 1

เครื่องมือที่ใช้วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนคือ แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 4 ฉบับ ซึ่งข้อคำถามในการวัดแต่ละฉบับมีลักษณะเป็นการกำหนดสถานการณ์ปัญหาและให้นักเรียนเขียนคำตอบ โดยแบบวัดแต่ละฉบับจะวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 12 ทักษะ ดังกล่าวข้างต้น

การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1

ผู้วิจัยเตรียมความพร้อมก่อนการใช้แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละฉบับ โดยการทำข้อตกลงกับนักเรียน เกี่ยวกับเวลาที่ใช้ในการทำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแจ้งวัตถุประสงค์ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญของการทำแบบวัด เพื่อให้นักเรียนตอบคำถามอย่างเต็มความสามารถ และเมื่อนักเรียนทำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เสร็จแล้ว ผู้วิจัยตรวจสอบความสมบูรณ์ครบถ้วนของข้อมูลในการตอบแบบวัดอีกครั้ง จากนั้นกล่าวชมเชยในการให้ความร่วมมือของนักเรียน โดยรายละเอียดของการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละฉบับ แสดงในบทที่ 3 ตารางผนวก ค

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถามวิจัยที่ 1

ผู้วิจัยนำคำตอบที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการดำรงชีวิตของพืชของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มาวิเคราะห์คำตอบเป็นรายชื่อของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยอ่านคำตอบของนักเรียนทีละข้ออย่างละเอียดและจัดแบ่งกลุ่มคำตอบของนักเรียนโดยใช้เกณฑ์แบบรูบริกส์ (Rubric Score) ที่แบ่งเกณฑ์ออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่สมบูรณ์ และกลุ่มมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังแสดงใน ตารางผนวก จ จากนั้นหาค่าความถี่และร้อยละของจำนวนนักเรียนในแต่ละทักษะ

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวมข้อมูลเพื่อตอบคำถามการวิจัยข้อที่ 2

ในการตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2 ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากการบันทึกสะท้อนความคิดของครู วิทยุทัศน์สอน และการสัมภาษณ์ของนักเรียนแบบกลุ่ม

การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2

ผู้วิจัยใช้บันทึกสะท้อนความคิด วิทยุทัศน์การสอน และแบบสัมภาษณ์นักเรียน ดังนี้ ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนสอนในแต่ละคาบ ผู้วิจัยได้จัดเตรียมความพร้อมของกล้องถ่ายวิดีโอ และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องต่างๆ ให้พร้อม เพื่อบันทึกการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนของตนเองตามแผนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เมื่อเริ่มสอนทำการบันทึกการสอนของตนเอง และหลังจากสอนเสร็จ ผู้วิจัยใช้วิธีการจับฉลากตัวแทนกลุ่มโดยไม่ให้ซ้ำกันเพื่อสัมภาษณ์ตามประเด็นคำถามที่กำหนด จากนั้นผู้วิจัยเขียนบันทึกหลังสอนเสร็จตามกรอบแนวคิดที่สร้างขึ้น จากนั้นผู้วิจัยกลับมาดูวิทยุทัศน์การสอนที่บันทึกไว้อีกครั้ง และบันทึกหลังสอนเพิ่มเติม จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถามวิจัยที่ 2

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากบันทึกสะท้อนความคิด วิทยุทัศน์การสอน และบันทึกการสัมภาษณ์ของนักเรียน โดยใช้วิธีวิเคราะห์แบบอุปนัย (Inductive Analysis) (ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์, 2544) โดยวิเคราะห์ทีละแผน จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้จากทุกแผนมาวิเคราะห์เพื่อสรุปเป็นเทคนิควิธีในการสอน

สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการดำรงชีวิตของพืชของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และการศึกษาเทคนิควิธีในการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

คำถามวิจัยข้อที่ 1 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างไร ก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องการดำรงชีวิตของพืช มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน รายทักษะจากแบบวัด 4 ฉบับ ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มนักเรียนที่ไม่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่สมบูรณ์ และกลุ่มนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยพบว่าหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จำนวนนักเรียนในกลุ่มที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เพิ่มมากขึ้นกว่าก่อนเรียน เรียงตามลำดับจากมากไปน้อย สามอันดับแรก มีดังนี้ 1) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (จากก่อนเรียน 1 คน เป็นหลังเรียน 22 คน) 2) ทักษะการทดลอง (จากก่อนเรียน ไม่มีนักเรียนในกลุ่มที่มีทักษะการทดลอง เป็นหลังเรียนมีทักษะ 19 คน) และ 3) ทักษะการสังเกต (จากก่อนเรียน ไม่มีนักเรียนในกลุ่มที่มีทักษะการสังเกต เป็นหลังเรียนมีทักษะ 16 คน นอกจากนี้ยังพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนพัฒนาได้น้อยแม้หลังเรียน ได้แก่ 1) ทักษะการคำนวณ โดยก่อนเรียนมีจำนวนนักเรียนอยู่ในกลุ่มมีทักษะ 8 คน และหลังเรียนเพิ่มขึ้นเป็น 13 คน 2) ทักษะการลงความเห็นข้อมูล โดยก่อนเรียนมีจำนวนนักเรียนอยู่ในกลุ่มมีทักษะ 11 คน และหลังเรียนเพิ่มเป็น 14 คน 3) ทักษะการจำแนกประเภท โดยก่อนเรียนมีจำนวนนักเรียนอยู่ในกลุ่มมีทักษะ 5 คน และหลังเรียนเพิ่มเป็น 15 คน

คำถามวิจัยข้อที่ 2 เทคนิควิธีในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่สนับสนุนการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีลักษณะอย่างไร

จากผลการวิจัยพบว่าเทคนิคในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีดังนี้ 1) การใช้สื่อการสอนที่เป็นรูปธรรมพร้อมกับคำถามนำอภิปราย 2) การสร้างสถานการณ์เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยและอยากค้นหาคำตอบร่วมกัน 3) การใช้กิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 4) การให้นักเรียนอภิปรายผลการทำกิจกรรมร่วมกัน 5) การใช้ยุทธวิธีที่หลากหลายเพื่อให้นักเรียนนำเสนองาน 6) การใช้กิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกทักษะที่เรียนไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่พบในชีวิตประจำวัน และ 7) การให้นักเรียนประเมินตนเองว่าเรียนรู้ทักษะอะไรไปบ้าง

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ควรเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง เช่น การทดลอง โดยบูรณาการกับเนื้อหาที่เรียนเพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างสม่ำเสมอภายใต้บริบทของกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย เน้นกระบวนการกลุ่ม การลงมือปฏิบัติจริงที่เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ นอกจากนี้ผู้สอนควรตระหนักถึงความยากของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์บางทักษะ และควรสอดแทรกทักษะเหล่านี้ในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างสม่ำเสมอเพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกฝนและพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จัดว่าเป็นทักษะยากให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

2. การให้นักเรียนทำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในแต่ละช่วงของแผนการจัดการเรียนรู้ จะทำให้ครูสามารถปรับกิจกรรมการเรียนรู้ได้สอดคล้องกับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมากขึ้น

3. การทำวิจัยปฏิบัติการ ผู้วิจัยจะต้องบันทึกสะท้อนความคิดเห็นที่และควรบันทึกวิดิทัศน์การสอนไว้เพื่อให้ครอบคลุมเหตุการณ์ในชั้นเรียนและควรศึกษาวิดิทัศน์หลังจบการจัดการเรียนการสอนแต่ละครั้ง เพื่อให้สามารถสะท้อนความคิดหลังสอนได้อย่างลุ่มลึกนอกจากนี้ยังควรวิเคราะห์ข้อมูลทันทีเพื่อนำข้อความรู้ที่ได้ไปใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไปหรือป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาเดิมซ้ำๆ อีก

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

งานวิจัยนี้พบว่ามีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์บางทักษะ ได้แก่ ทักษะการคำนวณ ทักษะการลงความเห็นข้อมูล และทักษะการจำแนกประเภท ที่มีจำนวนนักเรียนหลังเรียนอยู่ในกลุ่มมีทักษะน้อยเมื่อเทียบกับทักษะอื่น ดังนั้นควรมีการทำวิจัยที่ให้ข้อมูลเชิงลึกถึงกระบวนการ เทคนิควิธีในการพัฒนาทักษะเหล่านี้ต่อไป

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. 2551. **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551.**

กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

กฤษตรี เพ็ชรทวีพรเดช. 2550. **สุดยอดวิธีสอนวิทยาศาสตร์นำไปสู่การจัดการเรียนรู้ของครูยุคใหม่.**

กรุงเทพมหานคร: อักษรเจริญทัศน์.

ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์. 2550. “ความเห็นของนิสิตสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการเขียน

อนุทิน”. **วารสารเกษตรศาสตร์**. 28(1): 43-57.

คมขำ ปุณนาแซง. 2555. “การพัฒนาผลสัมฤทธิ์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กลุ่มสาระ

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดย

ใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5Es)”. **วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา**. 7(4): 11.

จริยา สุจารีกุล. 2550. **วิทยาศาสตร์คือกระบวนการเสาะหาความรู้**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์

นานมีบุ๊คส์พับลิเคชั่นส์.

จันทร์จิรา พิระวงศ์. 2553. **การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อฝึกทักษะกระบวนการ แก้ปัญหา**

ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาประถมศึกษา, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

จันทร์ดา พิทักษ์สาดี, สุวิมล เขียวแก้ว และ สุรัชย์ มีชาญ. 2549. “ผลของการจัดการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิจารณ์ญาติต่อ

ความสามารถในการคิดวิจารณ์ญาติและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 1”. **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์**. 17(1): 37-56.

จันทร์พร พรหมมาศ. 2541. ผลการใช้วิธีวงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อ
 สัมฤทธิ์ผลทางการเรียนและพฤติกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
 ตอนต้น. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, จุฬาลงกรณ์
 มหาวิทยาลัย.

จิตสุภัก มานะกา. 2550. ศึกษาการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. การค้นคว้าแบบอิสระศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
 สาขาประถมศึกษา, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

จิราภรณ์ กาลนิล. 2552. ผลการใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการ
 ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านหมากแข้ง อำเภอเมือง
 จังหวัดอุดรธานี. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัย
 สุโขทัยธรรมาธิราช.

จิระวรรณ เกษสิงห์ และ วรรณทิพา รอดแรงคำ. 2554. “การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นการสืบเสาะ
 หาความรู้”. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์. 30 (1): 4-105.

ชื่นจิต สุดแสน. 2553. การพัฒนาแนวคิด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการ
 เรียนการสอน พันธุกรรมของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหา
 ความรู้. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัย
 เกษตรศาสตร์.

ทีศนา แคมมณี. 2545. ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ.
 พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

_____. 2551. ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ.
 พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นันทกา คันธิขงศ์. 2547. ผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 5E SCS ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.

นิคม ทาแดง และ สุจินต์ วิสวัชรานนท์. 2525. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์. เอกสารการสอนชุดวิทยาศาสตร์ 3 หน่วยที่ 1-5. กรุงเทพมหานคร: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. กรุงเทพมหานคร.

นุสเราะฮ์ กองบก. 2555. การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการสอนแบบสืบสวน สอบสวนเรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสวนรัฐวิทยากรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

บัวรินทร์ สารวรรณ. 2547. ผลการสอนโดยวัฏจักรการเรียนรู้ ต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. การค้นคว้าอิสระศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. 2551. การพัฒนาการคิด. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: เทคนิคพรินติ้ง

พันธ์ ทองชุมนุม. 2547. การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.

พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์. 2544. การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิดวิธีและเทคนิคการสอน 1. กรุงเทพมหานคร: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมนเนจเม้นท์.

_____ และเพยาว์ ยินดีสุข. 2548. Storyline Approach หน่วยการเรียนรู้สู่การเรียนรู้ การสอนแบบบูรณาการเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พอรินทร์ พุกพูนชนพัฒนา. 2556. แนวคิดเรื่อง ยีนและโครโมโซม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองร่วมกับเทคนิค อุปมาอุปไมย. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พรพรรณ พึ่งประยูรพงศ์. 2547. ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคอมพิวเตอร์ตามแนว คอนสตรัคติวิสต์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ตาม หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาโสตทัศนศึกษา, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พรรรัตน์ กิ่งมะลิ. 2552. การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พีชโดยใช้การสอน แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านตำหรุ จังหวัด ประจวบคีรีขันธ์. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

ภพ เลหาไพบุลย์. 2540. แนวการสอนวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ ไทยวัฒนาพานิช จำกัด.

_____. 2542. แนวการสอนวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช.

เรวัต ศุกมั่งมี. 2542. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนววงจร การเรียนรู้. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัย เชียงใหม่.

รจนาภา ประถมวงษ์. 2552. “การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปี ที่ 6 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) กับจัดการเรียนรู้แบบ วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)”. วารสารพฤติกรรมศาสตร์เพื่อการพัฒนา. 1(1): 87-96.

รอฮานิง เจ๊ะคอเลาะ. 2555. ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในสังคมพหุวัฒนธรรม. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ หลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ลัดดาพร จุปะมะตัง. 2555. “การวิเคราะห์ห้วงค์ประกอบการส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาอุดรธานี เขต 4”. วารสารการวัดผลการศึกษา. 17(1): 251-264.

วรรณทิพา รอดแรงคำ. 2541. ทฤษฎีการสร้างความรู้. วารสาร สสวท. 45(101): 7-12.

_____. 2544. การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ

_____ และ พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. 2542. การพัฒนาการคิดของครูด้วยกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมเนจเม้นท์.

ศรสุดา ชูพันธ์. 2548. การเปรียบเทียบผลการสอนวิทยาศาสตร์ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ และรูปแบบ สสวท.ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และความคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. การศึกษาค้นคว้าอิสระศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2545. คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

_____. 2546. คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

_____. 2553. คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สรารุณี บุญเย็น. 2542. การศึกษารูปแบบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยวงจรการเรียนรู้เรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ. 2551. “การสอนวิทยาศาสตร์โดยเน้นทักษะกระบวนการ”. วารสารก้าวหน้าโลกวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. 8(2): 28-38.

สมบัติ ดีการกล. 2547. ผลการสอนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. การศึกษาค้นคว้าอิสระศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. 2551. ตัวชี้วัดและมาตรฐานการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: ชุมชนุสสาหกรรม.

ลำลี ทองธิว. 2545. หลักและแนวปฏิบัติในการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา: กรณีวิทยาศาสตร์ระดับสถานศึกษา. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สิริวรรณ ไจกระเสน. 2554. การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เกมวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านหนองบัว จังหวัดลำพูน. วิทยานิพนธ์ ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

สุรจิตรา เศรษฐภักดี. 2547. ผลการเรียนรู้เรื่องการถ่ายทอดทางพันธุกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้สืบเสาะความรู้. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุวิทย์ มูลคำ . 2547. กลยุทธ์การสอนสังเคราะห์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: ภาพพิมพ์

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. 2545. 21 วิธีการจัดการเรียนรู้ เพื่อกระบวนการการคิด. กรุงเทพมหานคร: ภาพพิมพ์

เสกสรร มาดวงแสง. 2552. การคิดวิจารณ์ของเด็กรัฐมวัยที่ได้รับการจัดกิจกรรมวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์การศึกษาคุณูปบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาปฐมวัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

อรรวรรณ เตชะโศก. 2551. การใช้ของเล่นพื้นบ้านเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. การค้นคว้าอิสระศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาประถมศึกษา, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

อำนาจ เจริญศิลป์. 2537. วิธีสอนวิทยาศาสตร์ยุคใหม่. กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.

ห้สชัย สะอาด . 2553. “การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องชีวิตกับสิ่งแวดล้อมที่เรียนรู้ด้วยกระบวนการ”. วารสารวิจัยรำไพพรรณี. 4(2): 4-10.

AAAS. 1965. **An Evaluation Model and Its Application : Science – A Process Approach**, AAAS Miscellaneous Publication.

Abraham, M.R. and J.W. Renner. 1986. “A descriptive instrument for use in investigating science Laboratories”. **Journal of Reseach in Science Teaching**. 19(2): 155-156

Barman, C.R. 1989. “Teaching Teacher: The Learning Cycle”. **Science and Children**. 7(April 1989): 30-32.

Berenfeld, B. 1994. “Technology and the new model of science education: The Global Lab Experience”. **Machine-Mediated Learning**. 4(2-3): 203-227.

Bloom, B. 1976. **Human Characteristic and School learning**. New York: McGraw-Hill Book Company.

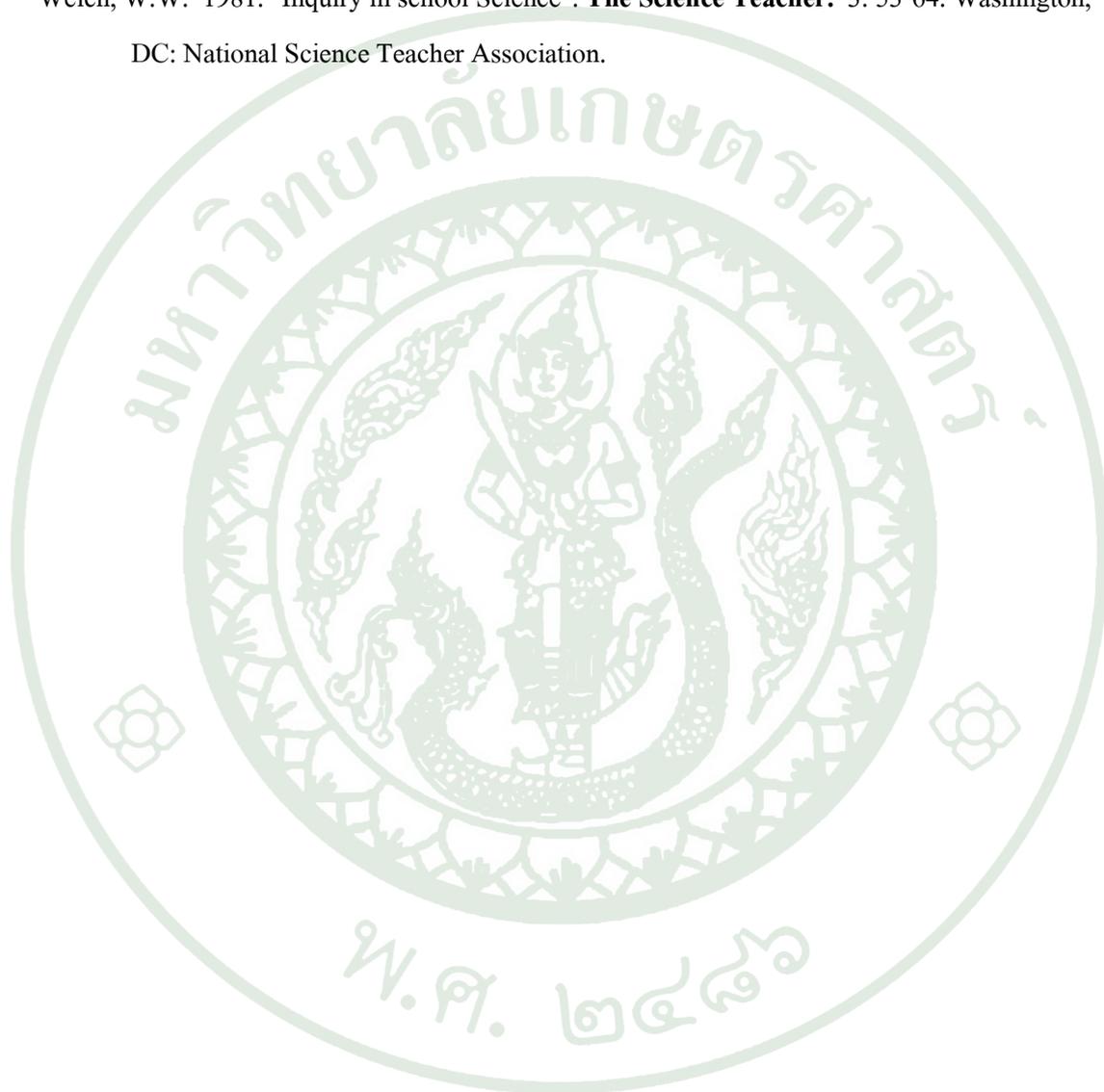
BSCS. 2006. **BSCS Science: An Inquiry Approach**. Dubuque, IA: Kendall/Hunt Publishing Company.

- Bybee, R.W. 2006. **The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness**. Colorado Springs, CO: BSCS.
- Carin, A. and A. Sund. 1975. **Teaching Modern Science**. 2 nd ed. Columbus Ohio: Bell & Howell Company.
- Colly, K.E. 2006. "Understanding ecology content knowledge and acquiring science process skill through project-based science instruction". **Science Activities**. 43(1): 26-33
- Department Physics and Materials Science, Faculty of Science 2008. **Principle concept theory of inquiry-based learning**. (In Thai). Chiang Mai University. Retrieved 30. September 2011.
- Educational Broad casting Corporation. 2004. **What is inquiry-based learning?** Retrieved 30. September, 2011.
- Eisenkrft, Arthur. 2003. "Expanding the 5E Model". **The Science Teacher**. 70 (6): 56-59.
- Gagne. 1974. **Principle of Instructional Design**. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Good, C.V. 1973. **Dictionary of education**. New York. The Free Press.
- Johnson, D. and R. Johnson. 1994. **Learning together and alone, cooperative, competitive, and individualistic learning**. Needham Heights, MA: Prentice-Hall.
- Kemmis, S. and R. McTaggart. 1988. **The Action Research Planner**. 3rd ed. Victoria : Deakin University Press.

- Laovie, D.R. 1999. "Effects of emphasizing hypothetico-predictive reasoning within the science learning cycle on high school student's process skills and conceptual understandings in biology". **Journal of in Science Teaching**, 36 (10): 1127-114
- May. 2001. "Perception and Use of Inquiry Science Among Second-Grade Teachers in an Urban District Involved in a Curriculum-Reform Project". **Dissertation Abstracts International**. 61(10): 3900-A
- National Research Council (NRC). 1996. **National science education standards**. Washington, DC: National Academy Press.
- _____. 2000. **Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning**. Washington, DC: National Academy Press.
- Reynolds, A.J. 1994. Effects of a preschool plus follow-on intervention for children at risk. **Developmental Psychology**.
- Riggs. 1997. Literacy Development Through Inquiry Learning. **Dissertation Abstracts International**. 54(9): 3802-A
- Simsek, P. and Kabapinar, F. 2010. The effects of inquiry-based learning on elementary student' conceptual understanding of matter, scientific process skills and science attitudes. **Procedia Social and Behavioral Sciences**, 2: 1190-1194
- Suchman, R.J. 1962. **The Elementary School Trening Program in Scientific Inquiry**. Illinois: Principal Investigator.
- Tisher, R.P. et.al. 1972. **Fundamental Issuse in Science Education**. Sydney: Tohn Wiley and Sons.

Tuna, H.L. et al. 2005. Investigating the effectiveness of inquiry instruction on the motivation of different Learning Styles Students. **International Journal of Science and Mathematics Education**. 3: 541-566. (online). [http://www. Springerlink.com](http://www.Springerlink.com)

Welch, W.W. 1981. "Inquiry in school Science". **The Science Teacher**. 3: 53-64. Washington, DC: National Science Teacher Association.







รายนามผู้เชี่ยวชาญ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้ เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความช่วยเหลือจากผู้เชี่ยวชาญ 4 ท่าน ที่กรุณาเสียสละเวลาให้คำปรึกษา คำแนะนำ เกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและกิจกรรมการเรียนรู้ จนได้เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ คือ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมาน แก้วไวยุทธ
ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤมล ยุตากม
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกรัตน์ ทานาค
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
4. นายปรีชา พึ่งจิตต์ตน
ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษา
ปทุมธานี เขต 2



ภาคผนวก ข
ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้: วิทยาศาสตร์	หน่วยการเรียนรู้: การดำรงชีวิตของพืช
เรื่อง: ปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
เวลา: 360 นาที (6 ชั่วโมงเรียน)	ผู้สอน: นางสาวเสาวนีย์ เกิดด้วง

มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

ตัวชี้วัด

มฐ.ว 1.1 ป.4/2 อธิบาย น้ำ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แสงและคลอโรฟิลล์ เป็นปัจจัยที่จำเป็นบางประการต่อการเจริญเติบโตและการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

มฐ.ว .8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีสังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ตัวชี้วัด

1. มฐ.ว 8.1 ป.4/1 ตั้งคำถามเกี่ยวกับประเด็นหรือเรื่องหรือสถานการณ์ที่จะศึกษาตามที่กำหนดให้และตามความสนใจ
2. มฐ.ว 8.1 ป.4/2 วางแผนการสังเกต เสนอวิธีสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้า และคาดการณ์สิ่งที่จะพบจากการสำรวจตรวจสอบ
3. มฐ.ว 8.1 ป.4/3 เลือกอุปกรณ์ที่ถูกต้องเหมาะสมในการสำรวจตรวจสอบ
4. มฐ.ว 8.1 ป.4/4 บันทึกข้อมูลในเชิงปริมาณ นำเสนอผล สรุปผล
5. มฐ.ว 8.1 ป.4/5 สร้างคำถามใหม่เพื่อการสำรวจตรวจสอบต่อไป
6. มฐ.ว 8.1 ป.4/6 แสดงความคิดเห็นและสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้
7. มฐ.ว 8.1 ป.4/7 บันทึกและอธิบายผลการสำรวจตรวจสอบอย่างตรงไปตรงมา
8. มฐ.ว 8.1 ป.4/8 นำเสนอ จัดแสดงผลงาน โดยอธิบายด้วยวาจา หรือเขียนอธิบายกระบวนการและผลของงานให้ผู้อื่นเข้าใจ

สาระสำคัญ

ปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ อากาศ แสง น้ำ และธาตุอาหาร โดยพืชต้องการแก๊สออกซิเจนสำหรับหายใจ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แสง และน้ำ สำหรับการสร้างอาหาร (การสังเคราะห์ด้วยแสง) และดินสำหรับเป็นที่อยู่อาศัยและเพื่อให้ได้ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. อธิบายได้ว่า น้ำ แสง ธาตุอาหาร และอากาศ เป็นปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช

ด้านทักษะกระบวนการ

2. สังเกตและลงความเห็นเกี่ยวกับปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ (ทักษะการสังเกต ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล)

3. วัด และเปรียบเทียบความต่างของความสูงหรือความยาวของต้นกล้าได้ (ทักษะการวัด และทักษะการคำนวณ)

4. กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของการเจริญเติบโตของพืชได้ (ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ)

5. ตั้งสมมติฐาน ระบุตัวแปร ทำการทดลอง และสรุปผลการทดลองเกี่ยวกับปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ (ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดและควบคุม ตัวแปร ทักษะการทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป)

6. นำเสนอข้อมูลจากตารางผลการทดลองได้อย่างน่าสนใจ (ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล)

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

7. ใฝ่รู้ใฝ่เรียน

8. มุ่งมั่นในการทำงาน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (engagement)

1. ครุนำพืชมา 2 ต้น ต้นหนึ่งแคระแกร็น อีกต้นโตตามปกติ แล้วให้นักเรียน สังเกต เปรียบเทียบ แล้วถามนักเรียนว่าจะทำอย่างไรให้ต้นไม่เจริญเติบโต ปัจจัยใดบ้างมีผลต่อการเจริญเติบโต

1.1 ต้นพืชที่นักเรียนเห็นมีลักษณะอย่างไร (ตอบตามที่สังเกตได้ นักเรียนที่คิด ว่ามีอะไรบ้าง ที่เป็นปัจจัยที่ทำให้พืชมีลักษณะดังที่เห็น (ตอบตามที่สังเกตได้ เช่น น้ำ)

1.2 นักเรียนคิดว่าควรทำอย่างไร เพื่อให้ต้นพืชที่นักเรียนเห็นต้นที่ 1 เจริญเติบโต ได้ เช่นเดียวกับ ต้นที่ 2 พร้อมให้เหตุผลในการตอบ (ตอบตามความเข้าใจของนักเรียน เช่น รดน้ำ ใส่ปุ๋ย ให้แสงสว่าง เพราะน้ำทำให้เกิดการลำเลียงภายในลำต้น รากสามารถดูดธาตุอาหาร แสงทำให้เกิดการสร้างอาหาร)

1.3 นักเรียนคิดว่า ปัจจัยอะไรบ้างที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช (ตอบตาม ความเข้าใจของนักเรียนซึ่งนักเรียนน่าจะตอบได้ว่า น้ำ แสง และธาตุอาหาร)

1.4 ปัจจัยดังกล่าวช่วยให้พืชเจริญเติบโตอย่างไร (ตอบตามความเข้าใจของนักเรียน ซึ่งนักเรียนน่าจะตอบได้ว่า น้ำ เป็นตัวทำละลายและลำเลียงธาตุอาหาร ในดิน แสง นำไปใช้ในการสร้างอาหาร และธาตุอาหารนำไปใช้ในการสร้างความเจริญเติบโตของต้นพืช)

2. ครูเขียนสรุปคำตอบของนักเรียนไว้บนกระดานเพื่อนำไปใช้ในการเปรียบเทียบความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ในชั้นอธิบายและลงข้อสรุป

ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (exploration) และขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (explanation)

เข้าสู่กิจกรรมที่ 1

3. ครูชักชวนให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบของนักเรียนว่าถูกต้องหรือไม่ อย่างไร ด้วยการ ทำกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช (1)

4. นักเรียนแบ่งกลุ่มเพื่อทำกิจกรรม กลุ่มละ 4-5 คน

5. ก่อนทำกิจกรรม ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีการทำกิจกรรมจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน

6. ก่อนทำกิจกรรมครูนำนักเรียนอภิปรายสิ่งที่นักเรียนควรรู้ก่อนทำกิจกรรม โดยใช้คำถาม ดังนี้

6.1 จุดประสงค์ของกิจกรรมนี้คืออะไร (เพื่อทดลองและอธิบายว่า น้ำ เป็นปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช)

6.2 ปัญหาของการทดลองนี้คืออะไร (ตอบตามความเข้าใจของนักเรียน เช่น น้ำเป็นปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่วเขียวอย่างไร)

6.3 มีสิ่งใดบ้างที่นักเรียนจะต้องจัดให้**แตกต่างกัน**ในการทดลองนี้ (ปริมาณน้ำ): (ทักษะ การ กำหนดและควบคุมตัวแปร) ครูให้ความรู้เพิ่มเติมแก่นักเรียนว่า สิ่งที่จัดให้แตกต่างกันนี้ เรียกว่า “ตัวแปรต้น หรือตัวแปรอิสระ”

6.4 สิ่งที่ต้องการศึกษาหรือต้องการวัดในการทดลองนี้ คืออะไร (การเจริญเติบโตของต้นถั่วเขียว): **(ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร)** จากนั้นครูให้ความรู้เพิ่มเติมแก่นักเรียนว่า สิ่งที่เราต้องการศึกษา/สังเกต/วัด เรียกว่า “ตัวแปรตาม”

6.5 นักเรียนจะมีวิธีการวัดการเจริญเติบโตของต้นถั่วเขียวได้อย่างไร (ความสูงของลำต้นจำนวนใบ): **(ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ)** ครูให้ความรู้เพิ่มเติมแก่นักเรียนว่า การให้ความหมายคำจำกัดของสิ่งที่ต้องการศึกษา เรียกว่า “นิยามเชิงปฏิบัติการ”

6.6 มีสิ่งใดบ้างที่นักเรียนจะต้องจัดให้เหมือนกัน (ชนิดและขนาดของต้นถั่วเขียว ชนิด และปริมาณดิน สถานที่): **(ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร)** ครูให้ความรู้เพิ่มเติมแก่นักเรียนว่าการจัดสิ่งที่ใช้ในการทดลองให้เหมือนกันทุกประการ เรียกว่า “ตัวแปรควบคุม”

6.7 จากการทดลองนี้ นักเรียนจะคาดคะเนคำตอบว่าอย่างไร (ถ้าน้ำเป็นปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่วเขียว ต้นถั่วเขียวที่ได้รับน้ำจะเจริญเติบโตได้ดีกว่าต้นถั่วเขียวที่ไม่ได้รับน้ำ): **(ทักษะการตั้งสมมติฐาน)** ครูให้ความรู้เพิ่มเติมแก่นักเรียนว่าคำตอบที่นักเรียนคาดคะเนก่อนทำการทดลอง เรียกว่า “การตั้งสมมติฐาน”

6.8 นักเรียนคิดว่า น้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่วเขียวอย่างไร(ตอบตามความเข้าใจของนักเรียน เช่นน้ำทำให้เกิดการลำเลียงภายในลำต้น รากสามารถดูดธาตุอาหาร และใช้ในกระบวนการสร้างอาหาร)

7. ครูให้นักเรียนทำการทดลองในกิจกรรมที่ 1 โดยมีการอภิปรายร่วมกันถึงอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง และจะมีวิธีการเลือกใช้และนำไปใช้อย่างไร ตลอดจนการเขียนบันทึกผลการทดลอง: **(ทักษะการทดลอง และทักษะการวัด)** ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมที่ 1 หน้าชั้นเรียน

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (explanation)

8. นักเรียนร่วมกันอภิปรายคำตอบแสดงความคิดเห็น เกี่ยวกับผลการทดลอง และ ร่วมกันสรุปอภิปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยใช้คำถามท้ายกิจกรรม ดังนี้

8.1 เมื่อเวลาผ่านไปความสูงของต้นถั่วเขียวในกระถางใบที่ 1 และ 2 มีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไร (ต้นถั่วเขียวในกระถางใบที่ 1 มีความสูงเพิ่มขึ้น ส่วนต้นถั่วเขียว กระถางใบที่ 2 ความสูงเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ลำต้นและใบเริ่มเหี่ยวเฉา): **(ทักษะการตีความหมายข้อมูล)**

8.2 นอกจากความสูงของต้นถั่วเขียวในกระถางใบที่ 1 และ 2 มีลักษณะใดบ้างที่แตกต่างกัน (จำนวนใบ): **(ทักษะการสังเกต)** เพราะเหตุใด ต้นถั่วเขียวทั้งสองกระถาง มีลักษณะเช่นนั้น (เพราะได้รับน้ำ): **(ทักษะการลงความเห็นข้อมูล)**

8.3 นักเรียนคิดว่า น้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือไม่ อย่างไร (น้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชในการละลายธาตุอาหารในดินให้พืชรากพืชสามารถดูดซึมผ่านไปยังส่วนต่างๆของลำต้นได้): (ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป)

8.4 นักเรียนคิดว่า ต้นถั่วเขียวในกระถางใบใด ที่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ต่อไป เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น (ต้นถั่วเขียวในกระถางใบที่ 1 เพราะได้รับน้ำ ที่เป็นปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต): (ทักษะการลงความเห็นข้อมูล)

8.5 นักเรียนคิดว่า ควรจะเพิ่มสิ่งใดให้กับต้นถั่วเขียวในกระถางใบที่ 2 เพื่อให้ต้นถั่วเขียว สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ (ควรได้รับน้ำ): (ทักษะการลงความเห็นข้อมูล)

9. ครูจดสรุปคำตอบที่ได้จากการอภิปราย ไว้บนกระดาน

10. ครูให้เวลานักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนคำตอบลงในใบกิจกรรม

เข้าสู่กิจกรรมที่ 2

11. ครูนำนักเรียนเข้าสู่การทำกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช (2) โดยการทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชที่ได้จากขั้นสร้างความสนใจ โดยพยายามเชื่อมโยงเข้าสู่ปัจจัยในเรื่องแสง

12. ก่อนทำกิจกรรม ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีการทำกิจกรรมจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน เพื่อตอบคำถามก่อนทำกิจกรรม ดังนี้

12.1 จุดประสงค์ของกิจกรรมนี้คืออะไร (เพื่อสังเกต ทดลองและอธิบายว่าแสง เป็นปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช)

12.2 ปัญหาของการทดลองนี้คืออะไร (ตอบตามความเข้าใจของนักเรียน เช่น แสงเป็นปัจจัยที่จำเป็น ต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่วเขียวอย่างไร)

12.3 สิ่งใดบ้างที่นักเรียนจะต้องจัดให้แตกต่างกันในการทดลองนี้ (ปริมาณแสง): (ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร) ครูให้ความรู้เพิ่มเติมแก่นักเรียนว่า สิ่งที่จัดให้แตกต่างกันนี้เรียกว่า “ตัวแปรต้น หรือตัวแปรอิสระ”

12.4 สิ่งที่ต้องการศึกษาหรือต้องการวัดในการทดลองนี้ คืออะไร (การเจริญเติบโตของต้นถั่วเขียว): (ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร) ครูให้ความรู้เพิ่มเติมแก่นักเรียนว่า สิ่งที่เราต้องการศึกษา/สังเกต/วัด เรียกว่า “ตัวแปรตาม”

12.5 นักเรียนจะมีวิธีการวัดการเจริญเติบโตของต้นถั่วเขียวได้อย่างไร (ความสูง ของลำต้นสีของลำต้นและจำนวนใบ): (ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ) ครูให้ความรู้เพิ่มเติมแก่นักเรียนว่า การให้ความหมายคำจำกัดของสิ่งที่ต้องการศึกษา เรียกว่า “นิยามเชิงปฏิบัติการ”

12.6 มีสิ่งใดบ้างที่นักเรียนจะต้องจัดให้เหมือนกัน (จำนวนและขนาดของต้นถั่วเขียว ชนิดและปริมาณของดิน ปริมาณน้ำ): **(ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร)** ครูให้ความรู้เพิ่มเติมแก่นักเรียนว่าการจัดสิ่งที่ใช้ในการทดลองให้เหมือนกันทุกประการเรียกว่า “ตัวแปรควบคุม”

12.7 จากการทดลองนี้ นักเรียนจะคาดคะเนคำตอบได้ว่าอย่างไร (ถ้าแสง เป็นปัจจัยที่จำเป็น ต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่วเขียว ดังนั้นต้นถั่วเขียวที่ได้รับแสงจะเจริญเติบโตได้ดีกว่าต้นถั่วเขียวที่ไม่ได้รับแสง): **(ทักษะการตั้งสมมติฐาน)** ครูให้ความรู้เพิ่มเติมแก่นักเรียนว่าคำตอบที่นักเรียนคาดคะเนคำตอบก่อนทำการทดลองเรียกว่า “การตั้งสมมติฐาน”

12.8 นักเรียนคิดว่าแสงเป็นปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่วเขียว อย่างไร (ตอบตามความเข้าใจของนักเรียน เช่น แสงพืชนำไปใช้ในกระบวนการสร้างอาหารที่ เรียกว่า กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง)

13. ครูให้นักเรียนทำการทดลองในกิจกรรมที่ 2 โดยมีการอภิปรายร่วมกันถึงอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง และจะมีวิธีการเลือกใช้และนำไปใช้อย่างไร ตลอดจนการเขียนบันทึกผลการทดลอง **(ทักษะการทดลอง)**

14. ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมที่ 2 หน้าชั้นเรียน
ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (explanation)

15. นักเรียนร่วมกันอภิปรายคำตอบแสดงความคิดเห็น เกี่ยวกับผลการทดลอง และร่วมกันสรุปปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยใช้คำถามท้ายกิจกรรม ดังนี้

15.1 ความสูงของต้นถั่วเขียวที่ได้รับแสง และไม่ได้รับแสงเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร (ต้นถั่วเขียวที่ได้รับแสง มีความสูงเพิ่มขึ้น สีของใบและลำต้นเป็นสีเขียวเข้ม ส่วนต้นถั่วเขียวที่ไม่ได้รับแสง ความสูงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วแต่ลำต้นจะพอมริบ ลำต้นและใบมีสีเขียวอ่อนและเริ่มเหี่ยวเฉา): **(ทักษะการตีความหมายข้อมูล)**

15.2 นอกจากความสูงของต้นถั่วเขียว สีของลำต้นและใบ ของต้นถั่วเขียวที่ได้รับแสงและไม่ได้รับแสง มีลักษณะใดบ้างที่แตกต่างกัน (จำนวนใบ): **(ทักษะการสังเกต)**

15.3 นักเรียนคิดว่าแสงมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือไม่ อย่างไร (แสงมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ในการสร้างอาหารของพืช): **(ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป)**

15.4 เพราะเหตุใด ต้นถั่วเขียวที่ได้รับแสง จึงมีลักษณะเช่นนั้น (เพราะได้รับแสงทำให้เกิดการสร้างอาหารได้มาก): **(ทักษะการลงความเห็นข้อมูล)**

15.5 เพราะเหตุใด ต้นถั่วเขียวที่ไม่ได้รับแสง จึงมีลักษณะเช่นนั้น (เพราะไม่ได้รับแสงจึงมีการสร้างอาหารได้น้อย): **(ทักษะการลงความเห็นข้อมูล)**

15.6 นักเรียนคิดว่า ต้นถั่วเขียวลักษณะใด ที่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ต่อไป เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น (ต้นถั่วเขียวที่ได้รับแสงเพราะแสงเป็นปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต): **(ทักษะการลงความเห็นข้อมูล)**

15.7 นักเรียนคิดว่า ควรจะเพิ่มสิ่งใดให้กับต้นถั่วเขียวที่ไม่ได้รับแสงเพื่อให้ต้นถั่วเขียวสามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ (ควรรนำไปวางบริเวณที่แสงส่องทั่วถึง): **(ทักษะการลงความเห็นข้อมูล)**

16. ครูจดสรุปคำตอบที่ได้จากการอภิปราย ไว้บนกระดาน

17. ครูให้เวลานักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนคำตอบลงในใบกิจกรรม

เข้าสู่กิจกรรมที่ 3

18. ครูนำนักเรียนเข้าสู่การทำกิจกรรมที่ 3 เรื่องปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช (3) โดยการทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชที่ได้จากขั้นสร้างความสนใจ โดยพยายามเชื่อมโยงเข้าสู่ปัจจัยในเรื่องดิน

19. ก่อนทำกิจกรรม ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีการทำกิจกรรมจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน เพื่อตอบคำถามก่อนทำกิจกรรม ดังนี้

19.1 จุดประสงค์ของกิจกรรมนี้คืออะไร (เพื่อสังเกต ทดลองและอธิบายว่าดินเป็นปัจจัยที่จำเป็น ต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่วเขียว)

19.2 ปัญหาของการทดลองนี้คืออะไร (ตอบตามความเข้าใจของนักเรียนเช่น ดินเป็นปัจจัยที่จำเป็น ต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่วเขียวอย่างไร)

19.3 สิ่งใดบ้างที่นักเรียนจะต้องจัดให้แตกต่างกันในการทดลองนี้ (ดิน): **(ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร)**

19.4 สิ่งที่ต้องการศึกษาหรือต้องการวัดในการทดลองนี้ คืออะไร (การเจริญเติบโตของต้นถั่วเขียว ที่มีการเจริญเติบโต): **(ทักษะการกำหนดและควบคุมแปร)**

19.5 นักเรียนจะมีวิธีการวัดการเจริญเติบโตของต้นถั่วเขียวได้อย่างไร (ความสูงของลำต้น): **(ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ)**

19.6 มีสิ่งใดบ้างที่นักเรียนจะต้องจัดให้เหมือนกัน (จำนวนและขนาดของต้นถั่วเขียว ปริมาณ ของดินและสำลี ปริมาณน้ำ ปริมาณแสง): **(ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร)** ว่าการจัดสิ่งที่ใช้ในการทดลองให้เหมือนกันทุกประการ

19.7 จากการทดลองนี้ นักเรียนจะคาดคะเนคำตอบได้อย่างไร (ถ้า ดิน เป็นปัจจัยที่จำเป็น ต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่วเขียว ดังนั้นต้นถั่วเขียวที่ปลูกในดินจะเจริญเติบโตได้ดีกว่าต้นถั่วเขียวที่ปลูกในสำลี): **(ทักษะการตั้งสมมติฐาน)**

19.8 นักเรียนคิดว่า ดินส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่วเขียวอย่างไร (ตอบตามความเข้าใจของนักเรียน เช่น ดิน เป็นแหล่งสะสมธาตุอาหารที่พืชจะไปสร้างการเจริญเติบโต)

20. ครูให้นักเรียนทำการทดลองในกิจกรรมที่ 3 โดยมีการอภิปรายร่วมกันถึงอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง และจะมีวิธีการเลือกใช้และนำไปใช้อย่างไร ตลอดจนการเขียนบันทึกผลการทดลอง : (ทักษะการทดลอง และทักษะการวัด)

21. ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมที่ 3 หน้าชั้นเรียน

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (explanation)

22. นักเรียนร่วมกันอภิปรายคำตอบแสดงความคิดเห็น เกี่ยวกับผลการทดลองและร่วมกันสรุปปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยใช้คำถามท้ายกิจกรรม ดังนี้

22.1 ความสูงของต้นถั่วเขียวที่ปลูกในดิน และที่ปลูกในสำลี เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร (ต้นถั่วเขียวในที่ปลูกในดินมีความสูงเพิ่มขึ้น ส่วนต้นถั่วเขียวที่ปลูกในสำลี ความสูงเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ลำต้นและใบเริ่มเหี่ยวเฉา): (การตีความหมายข้อมูล)

22.2 นอกจากความสูงของต้นถั่วเขียวที่ปลูกในดินกับปลูกในสำลี มีลักษณะใดบ้างแตกต่างกัน (ความสูง จำนวนใบ): (ทักษะการสังเกต)

22.3 เพราะเหตุใด ต้นถั่วเขียวที่ปลูกในดิน จึงมีลักษณะเช่นนั้น (เพราะได้รับดิน ที่มีการสะสมของธาตุอาหาร): (ทักษะการลงความเห็นข้อมูล)

22.4 เพราะเหตุใด ต้นถั่วเขียวที่ปลูกในสำลี จึงมีลักษณะเช่นนั้น (เพราะไม่ได้รับธาตุอาหารที่มีอยู่ในดิน): (ทักษะการลงความเห็นข้อมูล)

22.5 นักเรียนคิดว่าต้นถั่วเขียวที่ปลูกในสิ่งใดที่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ต่อไปเพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น (ต้นถั่วเขียวที่ปลูกในดิน เพราะดิน เป็นปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต): (ทักษะการลงความเห็นข้อมูล)

22.6 นักเรียนคิดว่า ควรจะเพิ่มสิ่งใดให้กับต้นถั่วเขียวที่ปลูกในสำลีเพื่อให้ต้นถั่วเขียวสามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ (ย้ายไปปลูกในดินร่วม): (ทักษะการลงความเห็นข้อมูล)

22.7 นักเรียนคิดว่า ดินส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่วเขียวอย่างไร (ตอบตามความเข้าใจของนักเรียน เช่น ดิน เป็นแหล่งสะสมธาตุอาหารที่พืชจะไปสร้างการเจริญเติบโต)

23. ครูจดสรุปคำตอบที่ได้จากการอภิปรายไว้บนกระดาน

24. ครูให้เวลานักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนคำตอบลงในใบกิจกรรม

25. นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมการทดลองและเขียนบันทึกผลการทดลองลงในใบบันทึกกิจกรรม

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (elaboration)

26. นักเรียนสืบค้น ปัจจัยอื่นๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชจากใบความรู้เพิ่มเติม เรื่องการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน “ไฮโดรโปนิกส์” นำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นมานำเสนอแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันในชั้นเรียน

ขั้นที่ 5 ประเมิน (evaluation)

27. ครูประเมินความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกิจกรรมที่ 1-3

28. ครูประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียน จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะทำกิจกรรม

สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งการเรียนรู้

1. พืชที่มีลักษณะแคระแกร็นใบขาวซีด และเหี่ยวแห้ง
2. พืชที่มีลักษณะปกติ 3. ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช (1): น้ำ
4. ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช (2): แสง
5. ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช (3): ดิน
6. ใบความรู้เรื่องการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน “ไฮโดรโปนิกส์”
7. ใบความรู้เรื่อง “อากาศเป็นปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืช”
8. วัสดุและอุปกรณ์การปลูกพืช
9. ไม้บรรทัดหรือสายวัดตัว
10. แก้วพลาสติกใส
11. สำลี
12. เมล็ดถั่วเขียว

ประเมินการเรียนรู้

เกณฑ์การให้คะแนนแบบการประเมินตามสภาพจริงตามพฤติกรรมการจัดกระทำ

สิ่งที่ประเมิน	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. การสังเกตและลงความเห็นเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช (ข้อ 1.1, 9.2, 9.3, 9.5, 16.2, 16.4, 16.5, 16.6, 16.7, 23.2, 23.3, 23.4, 23.5, 23.6, 23.7)	- ใบกิจกรรมที่ 1, 2 และ 3	3 บรรยายลักษณะข้อมูลตามข้อมูลที่มีอย่างถูกต้อง 2 บรรยายลักษณะข้อมูลตามข้อมูลที่มีถูกต้องบางส่วน 1 บรรยายลักษณะข้อมูลนอกเหนือจากที่มีและไม่ถูกต้อง

สิ่งที่ประเมิน	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
2. จำนวนและเปรียบเทียบความต่างของความสูงหรือความยาวของต้นถั่วได้ (ข้อ 7,21)	- ใบกิจกรรมที่ 1 , 2 และ 3	3 วัด จำนวน เลือกลงใช้เครื่องมือ และเปรียบเทียบข้อมูล ที่มีอย่างถูกต้อง 2 วัด จำนวน เลือกลงใช้เครื่องมือและเปรียบเทียบข้อมูล ที่มีอย่างถูกต้องบางส่วน 1 วัด จำนวน เลือกลงใช้เครื่องมือ และเปรียบเทียบข้อมูล ที่มีอย่างถูกต้องไม่ถูกต้อง
3. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของการเจริญเติบโตของพืช (ข้อ 6.5,13.5,20.5)	- ใบกิจกรรมที่ 1 , 2 และ 3	3 กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรอย่างถูกต้อง 2 กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรถูกต้องบางส่วน 1 กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร ไม่ถูกต้อง
4. การตั้งสมมติฐานของการทดลอง (ข้อ 6.7, 13.7,20.7)	-ใบกิจกรรมที่ 1 , 2 และ 3	3 ตั้งสมมติฐานอย่างถูกต้อง 2 ตั้งสมมติฐาน ถูกต้องบางส่วน 1 ตั้งสมมติฐาน ไม่ถูกต้อง
5. การกำหนดตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง (ข้อ 6.3,6.4,6.6,13.3, 13.4,13.6,20.3,20.4, 20.6)	-ใบกิจกรรมที่ 1 , 2 และ 3	3 กำหนดตัวแปรได้ถูกต้องทั้ง 3 ตัวแปร 2 กำหนดตัวแปรได้ถูกต้องทั้ง 2 ตัวแปร 1 กำหนดตัวแปรได้ถูกต้องเพียง 1 ตัวแปร
5. การทำการทดลองและสรุปผลการทดลองของนักเรียน (ข้อ 7,14, 16.3,21,)	- ใบกิจกรรมที่ 1 , 2 และ 3	3 ทำการทดลองและสรุปผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง 2 ทำการทดลองและสรุปผลการทดลอง ถูกต้องบางส่วน 1 ทำการทดลองและสรุปผลการทดลอง ไม่ถูกต้อง
6. การนำเสนอข้อมูลจากตารางผลการทดลองได้อย่างน่าสนใจ (ข้อ 27)	- ใบกิจกรรมที่ 1 , 2 และ 3	3 นำเสนองานได้อย่างถูกต้อง 2 นำเสนองานได้ ถูกต้องบางส่วน 1 นำเสนอไม่ได้เลย

สิ่งที่ประเมิน	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
7. มีความใฝ่รู้ใฝ่เรียน	- แบบบันทึก พฤติกรรม	3 มีความกระตือรือร้น รับผิดชอบงานสำเร็จเป็นที่เรียบร้อย 2 มีความกระตือรือร้น รับผิดชอบงานสำเร็จเป็นบางส่วน 1 มีความกระตือรือร้น รับผิดชอบงานแต่ไม่สำเร็จเรียบร้อย
8. มีความมุ่งมั่นในการทำงาน	- แบบบันทึก พฤติกรรม	3 มีความกระตือรือร้น รับผิดชอบงานสำเร็จเป็นที่เรียบร้อย 2 มีความกระตือรือร้น รับผิดชอบงานสำเร็จเป็นบางส่วน 1 มีความกระตือรือร้น รับผิดชอบงานแต่ไม่สำเร็จเรียบร้อย

ใบกิจกรรมที่ 1

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช (1)

สมาชิกกลุ่ม

1.
2.
3.
4.
5.

จุดประสงค์ของกิจกรรม

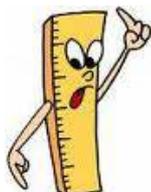
ทดลองและอธิบายได้ว่า น้ำ เป็นปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช

สิ่งที่ใช้ในการทดลอง

1. ต้นถั่วเขียวที่มีขนาดเท่ากัน ที่ปลูกในกระถาง 2 กระถาง



2. ไม้บรรทัด หรือสายวัดตัว



วิธีการทดลอง

1. นักเรียนวัดความสูงของต้นถั่วเขียว กระจกใบที่ 1 และ 2 จากนั้นบันทึกความสูงที่วัดได้ลงในตารางบันทึกผลในช่วงวันเริ่มต้น โดยให้นักเรียนทำการวัดในทุกๆ วัน (เป็นระยะเวลา 10 วัน เท่ากับ 5 ครั้ง)
2. ให้นักเรียนรดน้ำต้นถั่วเขียว เฉพาะกระจกใบที่ 1 ทุกวันเป็นระยะเวลา 10 วัน ส่วนกระจกใบที่ 2 ไม่ต้องรดน้ำและทำการวัดความสูงของต้น ถั่วเขียวทั้ง 2 กระจกในทุกๆ วัน พร้อมกับบันทึกผล
3. นักเรียนทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของต้นถั่วเขียว ในกระจกที่ 1 และ 2 และตอบคำถามท้ายการทดลอง

คำถามก่อนการทดลอง

1. จุดประสงค์ของกิจกรรมนี้คืออะไร

.....

.....

2. ปัญหาของการทดลองนี้คืออะไร

.....

.....

3. มีสิ่งใดบ้างที่นักเรียนจะต้องจัดให้แตกต่างกัน ในการทดลองนี้

.....

.....

4. สิ่งที่ต้องการศึกษาหรือต้องการวัดในการทดลองนี้ คืออะไร

.....

.....

5. นักเรียนจะมีวิธีการวัดการเจริญเติบโตของต้นถั่วเขียวได้อย่างไร

.....

.....

6. มีสิ่งใดบ้างที่นักเรียนจะต้องจัดให้เหมือนกัน

.....

.....

7. จากการทดลองนี้ นักเรียนจะคาดคะเนคำตอบได้อย่างไร

.....

.....

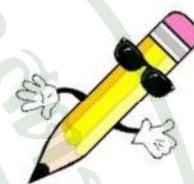
8. นักเรียนคิดว่า น้ำเป็นปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่วเขียว
อย่างไร

.....

.....



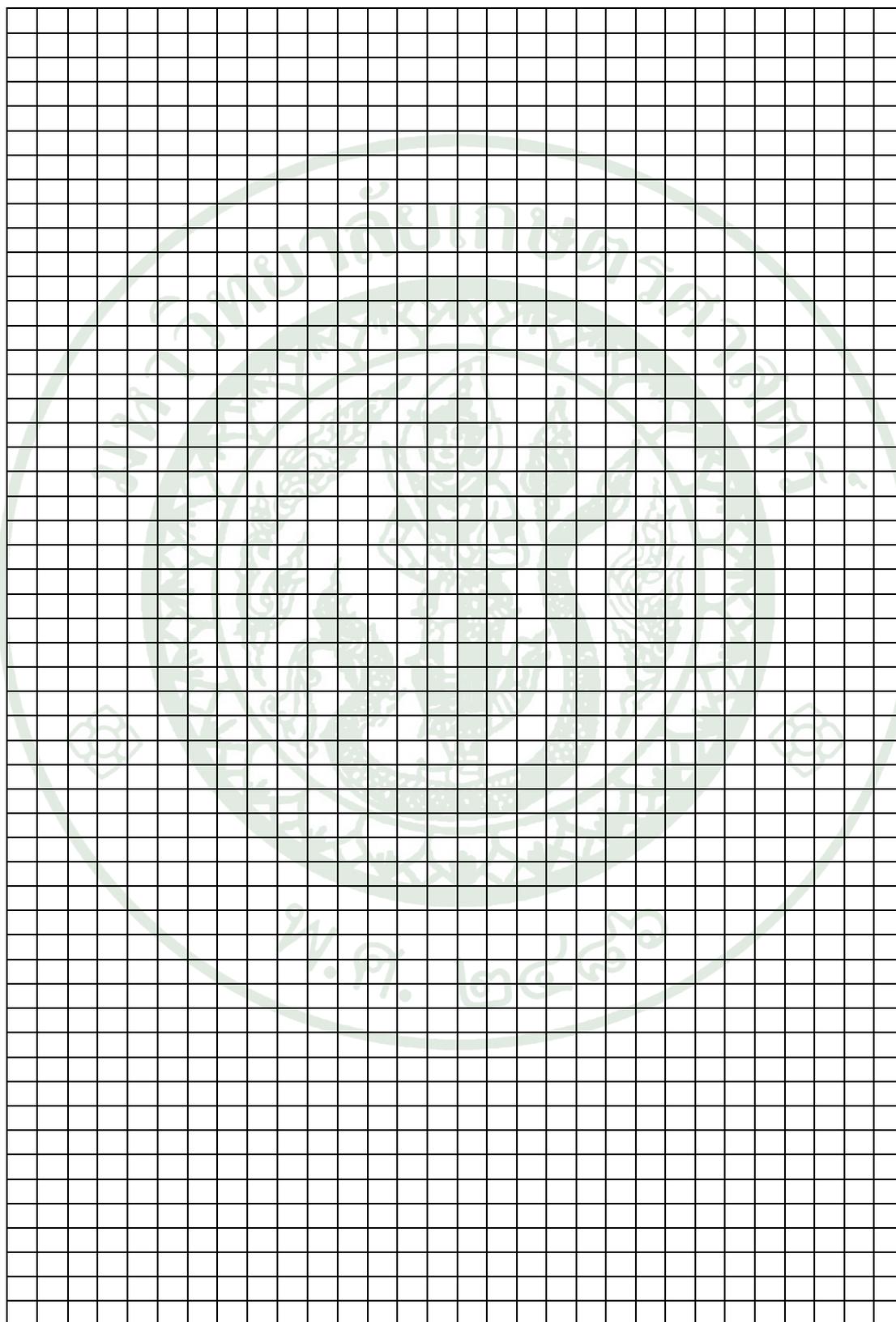
ตารางบันทึกผล



ความสูงของต้นถั่วเขียวที่รดน้ำและไม่ได้รดน้ำ

กระถาง	ความสูงของต้นถั่ว (เซนติเมตร)											สิ่งที่ ค้นพบ เพิ่มเติม
	วัน เริ่มต้น	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	วันที่ 4	วันที่ 5	วันที่ 6	วันที่ 7	วันที่ 8	วันที่ 9	วันที่ 10	
กระถาง ใบที่ 1 (รดน้ำ)												
กระถาง ใบที่ 2 (ไม่รดน้ำ)												

กราฟแสดงความสูงของต้นถั่วเขียวที่รดน้ำและไม่ได้อรดน้ำ



คำถามท้ายการทดลอง

1. ความสูงของต้นถั่วเขียวในกระถางใบที่ 1 และ 2 เป็นอย่างไร

.....

.....

2. นอกจากความสูงของต้นถั่วเขียวในกระถางใบที่ 1 และ 2 มีลักษณะใดบ้างที่แตกต่างกันอย่างไร

.....

.....

3. เพราะเหตุใด ต้นถั่วเขียวในกระถางใบที่ 1 จึงมีลักษณะเช่นนั้น

.....

.....

4. เพราะเหตุใด ต้นถั่วเขียวในกระถางใบที่ 2 จึงมีลักษณะเช่นนั้น

.....

.....

5. นักเรียนคิดว่า ต้นถั่วเขียวในกระถางใบใด ที่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ต่อไป เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

.....

.....

6. นักเรียนคิดว่า ควรจะเพิ่มสิ่งใดให้กับต้นถั่วเขียวในกระถางใบที่

.....

.....



ภาคผนวก ค
ตัวอย่างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ฉบับที่ 1-2

เรื่องการดำรงชีวิตของพืช

ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ชื่อ.....สกุล.....เลขที่.....

คำชี้แจง: 1. แบบวัดฉบับนี้เป็นแบบเขียนตอบ มีจำนวนข้อคำถามทั้งหมด 12 ข้อ ใช้เวลาทำ 60 นาที (30 คะแนน)

2. ให้นักเรียนตอบคำถามโดยอธิบายอย่างละเอียด

ใช้สถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ ตอบคำถามข้อ 1

สถานการณ์ปัญหาที่ 1 : นิดมีสวนมะม่วง 7 สายพันธุ์ ซึ่งออกผล ดังนี้



1. จากสถานการณ์ปัญหาที่ 1 นักเรียนจะจำแนกลักษณะของผลมะม่วงได้อย่างไร (ทักษะการจำแนกประเภท 2 คะแนน)

ตอบ

เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ นางสาวเสาวนีย์ เกิดดวง นิสิตปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยมีกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ได้แก่ อ.ดร.จิระวรรณ เกษสิงห์
และ ศศ.ดร.สมาน แก้วไวยุทธ

ใช้สถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ ตอบคำถามข้อ 2 – 9

สถานการณ์ปัญหาที่ 2: แก้วทดลองปลูกข้าวโพดหวานเพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นข้าวโพด โดยทำการปลูกข้าวโพดในสภาวะต่างๆ ดังนี้

- | | | | |
|---|---|---|--|
| 1. สภาวะที่ 1 ปลูกไว้กลางแจ้ง รดน้ำทุกวัน และใส่ปุ๋ยคอก |  |  |  |
| 2. สภาวะที่ 2 ปลูกไว้กลางแจ้ง รดน้ำทุกวัน ไม่ใส่ปุ๋ยคอก |  |  |  |
| 3. สภาวะที่ 3 ปลูกไว้ในร่มไม้ รดน้ำทุกวัน และใส่ปุ๋ยคอก |  |  |  |
| 4. สภาวะที่ 4 ปลูกไว้ในร่มไม้ รดน้ำทุกวัน ไม่ใส่ปุ๋ยคอก |  |  |  |

เมื่อเวลาผ่านไป 2 สัปดาห์ แก้วทำการศึกษาการเจริญเติบโตของต้นข้าวโพดหวานใน 4 สภาวะ ได้ผลดังภาพ



เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ นางสาวเสาวนีย์ เกิดดวง นิลิตปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยมีกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ได้แก่ อ.ดร.จิระวรรณ เกษสิงห์
และ ผศ.ดร.สมาน แก้วไวฑูร

2. ต้นข้าวโพดทั้ง 4 สภาวะมีลักษณะอย่างไร จงบันทึกข้อมูลที่นักเรียนสังเกตได้ (ทักษะการสังเกต 2 คะแนน)

ตอบ

3. จากสถานการณ์ปัญหาที่ 2 ให้นักเรียนวัดความสูงของต้นข้าวโพดในภาพ ทั้ง 4 สภาวะ (ทักษะการวัด 2 คะแนน)

ตอบ

4. จากภาพความสูงของต้นข้าวโพดหวานที่สูงที่สุดมีความแตกต่างจากต้นข้าวโพดหวานที่เตี้ยที่สุดอยู่เท่าใด (ทักษะการคำนวณ 2 คะแนน)

ตอบ

เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ นางสาวเสาวนีย์ เกิดดวง นิลดิปริชญ์โท สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยมีกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ได้แก่ อ.ดร.จิระวรรณ เกษสิงห์
และ ผศ.ดร.สมาน แก้วไวฑูร

5. จากภาพสถานการณ์ปัญหาที่ 2 แก้ว นักเรียนคิดว่าแก้วควรนำเสนอข้อมูล ความสูงและขนาดของลำต้นให้ผู้อื่น เข้าใจได้อย่างไร (ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 5 คะแนน)

ชื่อกราฟ.....

เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ นางสาวเสาวนีย์ เกิดด้วง นิสิตปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา
 บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยมีกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ได้แก่ อ.ดร.จิระวรรณ เกษสิงห์
 และ ศศ.ดร.สมาน แก้วไวยุทธ

6. จากสถานการณ์ปัญหาที่ 2 เพราะเหตุใดต้นข้าวโพดหวานในสภาวะที่ 4 จึงมีความสูงน้อยที่สุด (ทักษะการลงความเห็นข้อมูล 2 คะแนน)

ตอบ

7. การทดลองนี้ ควรสรุปผลได้อย่างไร (ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 2 คะแนน)

ตอบ

8. หากปลูกต่อเนื่องไปเป็นเวลา 2 เดือน นักเรียนคิดว่าต้นข้าวโพดหวานในสภาวะใดจะให้ผลผลิตได้เร็วที่สุดเพราะเหตุใด (ทักษะการพยากรณ์ 2 คะแนน)

ตอบ

9. หากนักเรียนต้องการศึกษาเพียงว่า การใส่ปุ๋ยคอกมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นข้าวโพดหวานหรือไม่ อย่างไร นักเรียนจะเลือกวัสดุ อุปกรณ์ และออกแบบการทดลองอย่างไร (ทักษะการทดลอง 4 คะแนน)

9.1 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ศึกษาทดลอง

ตอบ

9.2 วิธีดำเนินการทดลองมีดังนี้

ตอบ

เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ นางสาวเสาวนีย์ เกิดด้วง นิสิตปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยมีกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ได้แก่ อ.ดร.จิระวรรณ เกษสิงห์
และ ผศ.ดร.สมาน แก้วไวฑูร

ใช้สถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ ตอบคำถามข้อ 10 – 12

สถานการณ์ปัญหาที่ 3: นำหวานมีดินพีชเล็กน้อยชนิดเดียวกัน ขนาดเท่ากัน อยู่ 3 ดุ้น และต้องการศึกษาว่าดินพีชชนิดนี้จะเจริญเติบโตได้ดีในดินชนิดใดซึ่งมีดินเหนียว ดินร่วนและดินทราย

10. จากสถานการณ์ปัญหาที่ 3 นำหวานจะเขียนสมมติฐานของการทดลองนี้ ได้อย่างไร (ทักษะการตั้งสมมติฐาน 2 คะแนน)

ตอบ

11. จากสถานการณ์ปัญหาที่ 3 นำหวานจะทราบได้อย่างไรว่าดินพีชมี การเจริญเติบโต (ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 2 คะแนน)

ตอบ

12. จากสถานการณ์ปัญหาที่ 3 นักเรียนคิดว่าควรกำหนดสิ่งต่อไปนี้อย่างไร (ทักษะการ กำหนดและควบคุมตัวแปร 3 คะแนน)

12.1 สิ่งใดในการทดลองที่ถูกจัดให้มีความแตกต่างกัน

12.2 สิ่งใดในการทดลองที่เป็นผลของการจัดความแตกต่างในข้อที่ 12.1

12.3 สิ่งที่ต้องควบคุมให้เหมือนกันในการทดลองนี้มีอะไรบ้าง

เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ นางสาวสาวนีย์ เกิดดวง นิลิตปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยมีกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ได้แก่ อ.ดร.จิระวรรณ เกษสิงห์
และ ผศ.ดร.สมาน แก้วไวยุทธ

แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ฉบับที่ 3

เรื่องการดำรงชีวิตของพืช

ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ชื่อ.....สกุล.....เลขที่.....

คำชี้แจง: 1. แบบวัดฉบับนี้เป็นแบบเขียนตอบ มีจำนวนข้อคำถามทั้งหมด 12 ข้อ ใช้เวลาทำ 60 นาที
(30 คะแนน)

2. ให้นักเรียนตอบคำถามโดยอธิบายอย่างละเอียด

ใช้สถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ ตอบคำถามข้อ 1 – 3

สถานการณ์ปัญหาที่ 1: แบ่งนำผลมะเขือที่ปลูกไว้ในสวนหลังบ้านมาวางรวมกันในตะกร้า
ตั้งภาพเพื่อนำมาสังเกต และจำแนกก่อนที่จะนำไปขายในตลาด



1. จากภาพสถานการณ์ปัญหาที่ 1 ให้นักเรียนบรรยายลักษณะของมะเขือในตะกร้าที่สังเกตเห็น
มาอย่างละเอียด (ทักษะการสังเกต 2 คะแนน)

ตอบ

เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ นางสาวเสาวนีย์ เกิดดวง นิสิตปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยมีกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ได้แก่ อ.ดร.จิระวรรณ เกษสิงห์
และ ผศ.ดร.สมาน แก้วไวยุทธ

2. จากภาพสถานการณ์ปัญหาที่ 1 เหตุใดมะเขือจึงมีรูปร่างแตกต่างกัน (ทักษะการลงความเห็น
ข้อมูล 2 คะแนน)

ตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

3. จากภาพสถานการณ์ปัญหาที่ 1 นักเรียนสามารถจำแนกมะเขือได้อย่างไรและใช้อะไรเป็นเกณฑ์
(ทักษะการจำแนก 2 คะแนน)

ตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ นางสาวสาวนีย์ เกิดดวง นิสิตปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยมีกรรมการที่ปรึกษานิพนธ์ ได้แก่ อ.ดร.จิระวรรณ เกษสิงห์
และ ศศ.ดร.สมาน แก้วไวยุทธ

ใช้สถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ ตอบคำถามข้อ 4 – 6

สถานการณ์/ปัญหาที่ 2 : ชาวคนหนึ่งทำการศึกษาการเจริญเติบโต
ของต้นข้าวสายพันธุ์หนึ่ง โดยศึกษาตั้งแต่แรกเริ่มจนถึงเก็บเกี่ยว



1 เดือน

2 เดือน

3 เดือน

4 เดือน

5 เดือน

เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ นางสาวเสาวนีย์ เกิดด้วง นิสิตปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยมีกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ได้แก่ อ.ดร.จิระวรรณ เกษสิงห์
และ ศศ.ดร.สมาน แก้วไวฑูร

ใช้สถานการณ์ที่กำหนดให้ตอบคำถามข้อ 7-11

สถานการณ์ปัญหาที่ 3: เก้า ทำการปลูกพืชชนิดหนึ่งเป็นเวลา 1 เดือน โดยทำการเปรียบเทียบพืช 2 กระถาง โดยให้กระถางใบที่ 1 ใส่ปุ๋ย 1 ครั้ง และรดน้ำทุกวัน ส่วนกระถางใบที่ 2 ไม่ใส่ปุ๋ย และรดน้ำ ทุกวัน ผลที่เกิดกับต้นพืชเป็น ดังภาพ



7. จากสถานการณ์ปัญหาที่ 3 สมมติฐานของการทดลองนี้คืออะไร (ทักษะการตั้งสมมติฐาน 2 คะแนน)

ตอบ

8. จากสถานการณ์ปัญหาที่ 3 จงระบุตัวแปรของการทดลอง (ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 3 คะแนน)

8.1 ตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) จากการทดลองนี้คืออะไร

ตอบ

8.2 ตัวแปรตาม จากการทดลองนี้คืออะไร

ตอบ

8.3 ตัวแปรควบคุม จากการทดลองนี้คืออะไร (ให้ตอบอย่างน้อย 3 อย่าง)

ตอบ

เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ นางสาวเสาวนีย์ เกิดดวง นิสิตปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยมีกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ได้แก่ อ.ดร.จิระวรรณ เกษสิงห์
และ ผศ.ดร.สมาน แก้วไวยุทธ

9. จากสถานการณ์ปัญหาที่ 3 จากตัวแปร สิ่งใดควรนำมากำหนดเป็น “นิยามเชิงปฏิบัติการ” และกำหนดได้อย่างไร (ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 2 คะแนน)

ตอบ

10. จากภาพต้นพืชในกระถางทั้งสองกระถางของการทดลองสรุปของการทดลองนี้ สรุปได้อย่างไร (ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 2 คะแนน)

ตอบ

11. จากสถานการณ์ปัญหาที่ 3 ถ้าแก้ไขปุ๋ยในกระถางที่ 2 (1 ครั้ง) และรดน้ำตามปกติ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ในระยะต่อมา ต้นพืชจะมีลักษณะอย่างไร (ทักษะการพยากรณ์ 2 คะแนน)

ตอบ

ใช้สถานการณ์ที่กำหนดให้ตอบคำถามข้อ 12

สถานการณ์ปัญหาที่ 4: ต้นกล้าต้องการศึกษาทดลองว่า ต้นผักบุ้งจะเจริญเติบโตได้ดีเมื่อใส่ปุ๋ยชนิดใด ระหว่าง ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยพืชสด

12. จากสถานการณ์ปัญหาที่ 4 ให้นักเรียนออกแบบการทดลองนักเรียนจะเลือกวัสดุ อุปกรณ์ และ ออกแบบการทดลองอย่างไร (ทักษะการทดลอง 4 คะแนน)

12.1 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ศึกษาทดลอง

ตอบ

12.2 วิธีดำเนินการทดลองมีดังนี้

ตอบ

เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ นางสาวเสาวนีย์ เกิดดวง นิสิตปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยมีกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ได้แก่ อ.ดร.จิระวรรณ เกษสิงห์
และ ศศ.ดร.สมาน แก้วไวยุทธ

เรื่องการดำรงชีวิตของพืช
ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ฉบับที่ 4

ชื่อ.....สกุล.....เลขที่.....

คำชี้แจง: 1. แบบวัดฉบับนี้เป็นแบบเขียนตอบ มีจำนวนข้อคำถามทั้งหมด 12 ข้อ ใช้เวลาทำ 60 นาที

(30 คะแนน)

2. ให้นักเรียนตอบคำถามโดยอธิบายอย่างละเอียด

ใช้สถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ ตอบคำถามข้อ 1

สถานการณ์ปัญหาที่ 1 : ชาวสวนกล้วยไม้แห่งหนึ่งปลูกกล้วยไม้สายพันธุ์ต่างๆ ดังนี้ (ทักษะการจำแนกประเภท)

สายพันธุ์ที่ 1 ดอกสีม่วง ใบยาว รากยาว มีผล

สายพันธุ์ที่ 2 ดอกสีขาว ใบยาว รากยาว มีผล

สายพันธุ์ที่ 3 ดอกสีชมพู ใบสั้น รากสั้น ไม่มีผล

สายพันธุ์ที่ 4 ดอกสีส้ม ใบสั้น รากยาว ไม่มีผล

1. จากสถานการณ์ปัญหาที่ 1 นักเรียนจะใช้เกณฑ์ใดในการจำแนกกล้วยไม้ของชาวสวนนี้
ให้บอกมา 2 เกณฑ์ (ทักษะการจำแนกประเภท 2 คะแนน)

ตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ นางสาวเสาวนีย์ เกิดดวง นิสิตปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยมีกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ได้แก่ อ.ดร.จิระวรรณ เกษสิงห์
และ ผศ.ดร.สมาน แก้วไวยุทธ

ใช้สถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ ตอบคำถามข้อ 2 – 11

สถานการณ์ปัญหาที่ 2: หลิวทำการทดลองปลูกต้นกุหลาบ จำนวน 2 กระถาง ที่มี ความสูง 35 เซนติเมตร เท่ากัน โดยที่

กระถางที่ 1 นำไปวางที่สนามหน้าบ้าน

กระถางที่ 2 นำไปวางในห้องเก็บของ

หลิวทำการรดน้ำและใส่ปุ๋ยอย่างสม่ำเสมอเท่าๆ กัน ทั้ง 2 กระถาง เป็นเวลา 2 สัปดาห์ จากนั้นสังเกตและวัดการเจริญเติบโตของต้นกุหลาบในกระถางทั้ง 2 พบว่า

กระถางที่ 1 ต้นกุหลาบแตกใบอ่อน แตกยอดอ่อน และมีดอกตูมเกิดขึ้น ใบมีสีเขียวเข้ม

ลำต้นสูงเพิ่มขึ้นเป็น 55 เซนติเมตร

กระถางที่ 2 ต้นกุหลาบมีใบสีเขียวอ่อน ลำต้นสูงเพิ่มขึ้นเป็น 45 เซนติเมตร

2. จากสถานการณ์ปัญหาที่ 2 อะไรคือข้อมูลที่หลิวได้จากการสังเกต (ทักษะการสังเกต 2 คะแนน)

ตอบ

.....

.....

.....

3. จากสถานการณ์ปัญหาที่ 2 สามารถตั้งสมมติฐานได้อย่างไร (ทักษะการตั้งสมมติฐาน 2 คะแนน)

ตอบ

.....

.....

.....

4. จากสถานการณ์ปัญหาที่ 2 นิยามเชิงปฏิบัติการของคำว่า “การเจริญเติบโต” ในการทดลองนี้ คืออะไร (ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 2 คะแนน)

ตอบ

.....

.....

.....

เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ นางสาวเสาวนีย์ เกิดด้วง นิสิตปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยมีกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ได้แก่ อ.ดร.จิระวรรณ เกษสิงห์
และ ผศ.ดร.สมาน แก้วไวยุทธ

5. จากสถานการณ์ปัญหาที่ 2 จงระบุตัวแปรของการทดลอง (ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 3 คะแนน)

5.1 ตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) ของการทดลองนี้คืออะไร

ตอบ

5.2 ตัวแปรตาม ของการทดลองนี้คืออะไร

ตอบ

5.3 ตัวแปรควบคุม ของการทดลองนี้คืออะไร

ตอบ

6. จากสถานการณ์ปัญหาที่ 2 นักเรียนคิดว่าการทดลองนี้จะสรุปผลการทดลองได้อย่างไร (ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 2 คะแนน)

ตอบ

7. จากสถานการณ์ปัญหาที่ 2 ถ้านักเรียนต้องการศึกษาว่า แสงมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกุหลาบหรือไม่ อย่างไร นักเรียนจะเลือกวัสดุ อุปกรณ์ และออกแบบการทดลองอย่างไร (ทักษะการทดลอง 4 คะแนน)

7.1 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ศึกษาทดลอง

ตอบ

7.2 วิธีดำเนินการทดลองมีดังนี้

ตอบ

เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ นางสาวเสาวนีย์ เกิดดวง นิสิตปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยมีกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ได้แก่ อ.ดร.จิระวรรณ เกษสิงห์ และ
ผศ.ดร. สมาน แก้วไวฑูร

ใช้สถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ ตอบคำถามข้อ 12

สถานการณ์ปัญหาที่ 3 : **เปรียบเทียบ** ต้นมะม่วงไว้หลังบ้าน 1 ต้น เวลาผ่านไป 2 ปี ต้นมะม่วงเริ่มมีสีใบเปลี่ยนไป และใบเริ่มหลุดร่วงจนต้นมะม่วงต้นนี้ตายในที่สุดและพบหลักฐานเพิ่มเติม คือ บริเวณลำต้นมีรูขนาดเล็กๆ ทั่วลำต้น และบริเวณดินใกล้โคนต้นมีรูขนาดใหญ่



12. จากสถานการณ์ปัญหาที่ 3 นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใด ต้นมะม่วงจึงเป็นเช่นนั้น (ทักษะการลงความเห็นข้อมูล 2 คะแนน)

ตอบ

เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ นางสาวสาวนีย์ เกิดดวง นิสิตปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยมีกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ได้แก่ อ.ดร.จิระวารณ เกษสิงห์
และ ศศ.ดร. สมาน แก้วไวยุทธ



ตารางผนวกที่ 1 กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์				
ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ	ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา	ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป	ขั้นที่ 4 ขยายความรู้	ขั้นที่ 5 ประเมิน
ครูนำพืชมารวม 2 ต้น ต้นหนึ่งแคะแกระริน อีกต้น โตตามปกติ แล้วให้นักเรียน สังเกต เปรียบเทียบแล้วถามนักเรียนว่าจะทำอะไรให้ต้นไม้เจริญเติบโต ปัจจัยใดบ้างมีผลต่อการเจริญเติบโต	ครูชักชวนให้นักเรียนตรวจสอบ คำตอบของนักเรียนว่าถูกต้องหรือไม่ อย่างไร ด้วยการทำกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต ของพืชและก่อนทำกิจกรรม ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีการทำ กิจกรรมจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน เพื่อตอบคำถามก่อนทำกิจกรรม จากนั้นครูให้นักเรียนทำการทดลอง ในกิจกรรมที่ 1 โดยมีการอภิปราย ร่วมกันถึงอุปกรณ์ที่ใช้ในการ ทดลอง และจะมีวิธีการเลือกใช้ และนำไปใช้อย่างไร ตลอดจนการ เขียนบันทึกผลการทดลอง เมื่อทำ กิจกรรมเสร็จตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติ กิจกรรมที่ 1 หน้าชั้นเรียน	นักเรียนร่วมกันอภิปรายคำตอบ แสดงความคิดเห็น เกี่ยวกับผล การทดลองและร่วมกันสรุปปัจจัย ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของ พืชทั้ง 3 กิจกรรม โดยใช้คำถาม ทำกิจกรรม และครูจดสรุปคำตอบ ที่ได้จากการอภิปราย ไว้บนกระดาน ให้เวลานักเรียนแต่ละกลุ่มเขียน คำตอบลงในใบกิจกรรม	ครูให้นักเรียนสืบค้นปัจจัยอื่นๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต ของพืชจากใบความรู้เพิ่มเติม เรื่องการปลูกพืช โดยไม่ใช้ดิน “ไฮโดร โปนิคส์” นำข้อมูลที่ ได้จากการสืบค้นมานำเสนอ แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ใน ชั้นเรียน	ครูประเมินความรู้และทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนใบกิจกรรมที่ 1-3 และประเมินคุณลักษณะอันพึง ประสงค์ของนักเรียน จากการ สังเกตพฤติกรรมของนักเรียน ขณะทำกิจกรรม

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์				
ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ	ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา	ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป	ขั้นที่ 4 ขยายความรู้	ขั้นที่ 5 ประเมิน
	<p>ในกิจกรรมที่ 2 เรื่องปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช (2) ครูทบทวนความรู้เดิม ของนักเรียนเกี่ยวกับปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชที่ได้จากขั้นสร้างความสนใจ โดยพยายามเชื่อมโยงเข้าสู่ปัจจัยในเรื่องแสง โดยครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีการทำกิจกรรมจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกันเพื่อตอบคำถามก่อนทำกิจกรรม จากนั้นนักเรียนทำการทดลองในกิจกรรมที่ 2 โดยมีการอภิปรายร่วมกันถึงอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองและจะมีวิธีการเลือกใช้และนำไปใช้อย่างไร ตลอดจนการเขียนบันทึกผลการทดลองเมื่อทำกิจกรรมเสร็จตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมที่ 2 ให้ดูน่าสนใจ</p>			

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์				
ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ	ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา	ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป	ขั้นที่ 4 ขยายความรู้	ขั้นที่ 5 ประเมิน
	<p>หน้าชั้นเรียน ในกิจกรรมที่ 3 เรื่อง ปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช (3) ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชที่ได้จากขั้นสร้างความสนใจ โดยพยายามเชื่อมโยงเข้าสู่ปัจจัยในเรื่องดิน และก่อนทำกิจกรรม ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีการทำกิจกรรมจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน เพื่อตอบคำถามก่อนทำกิจกรรม จากนั้นครูให้นักเรียนทำการทดลองในกิจกรรมที่ 3 โดยมีการอภิปรายร่วมกันถึงอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง และจะมีวิธีการเลือกใช้และนำไปใช้อย่างไร ตลอดจนการเขียนบันทึกผลการทดลองเมื่อทำกิจกรรมเสร็จตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมที่ 3 หน้าชั้นเรียน</p>			

ตารางผนวกที่ 2 กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง พืชมีการสร้างอาหาร

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ	ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา	ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป	ขั้นที่ 4 ขยายความรู้	ขั้นที่ 5 ประเมิน
ครูนำใบพืช เช่น ขบมา พลูต่าง ที่มีสีเขียว มาให้นักเรียน สังเกต จากนั้นให้นักเรียน ร่วมกันแสดงความคิดเห็นอภิปรายร่วมกัน จากนั้นครูเขียนสรุปคำตอบของนักเรียนไว้บนกระดานเพื่อนำไปใช้ในการเปรียบเทียบความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ในขั้นอธิบายและลงข้อสรุป	ครูชักชวนให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบของนักเรียนว่าถูกต้องหรือไม่ อย่างไร ด้วยการทำกิจกรรมที่ 4 เรื่อง พืชมีการสร้างอาหาร เป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน และก่อนทำกิจกรรมครูและนักเรียน ร่วมกันอภิปรายวิธีการทำกิจกรรมจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน โดยใช้คำถามในใบกิจกรรมก่อนการทดลอง จากนั้นครูให้นักเรียนทำการทดลองในกิจกรรมที่ 4 เมื่อทำกิจกรรมเสร็จตัวแทนนักเรียน แต่ละกลุ่มนำเสนอ ผลการปฏิบัติกิจกรรมที่ 4 ให้นำสนใจหน้าชั้นเรียน	นักเรียนร่วมกันอภิปรายคำตอบของคำถามที่ทำการทดลอง และร่วมกันสรุปผลการทดลอง โดยครูจดสรุปคำตอบที่ได้จากการอภิปราย ไว้บนกระดานและให้เวลานักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนคำตอบลงในใบกิจกรรม	นักเรียนศึกษาสืบค้น เกี่ยวกับ การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ด้วยการศึกษาวีดิทัศน์เพิ่มเติม และให้ตอบคำถามควบคู่จากการศึกษาวีดิทัศน์	ครูประเมินความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนโดยใช้ใบบันทึกกิจกรรมที่ 4 และครูประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ของนักเรียน จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะทำกิจกรรม

ตารางผนวกที่ 3 กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แสงจำเป็นต่อการสร้างอาหารของพืช

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์				
ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ	ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา	ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป	ขั้นที่ 4 ขยายความรู้	ขั้นที่ 5 ประเมิน
<p>ครูนำใบพืชแผนภาพแสดงลักษณะใบพืชขนาดใหญ่ 2 ภาพ ที่แสดงให้เห็นความแตกต่างกัน คือภาพที่ 1 เป็นภาพใบไม้สีเขียวทั้งใบ ภาพที่ 2 เป็นภาพใบไม้สีเขียวที่ถูกกระดาษสีดำปิดทับเป็นบางส่วน ไว้ มาให้นักเรียนสังเกต จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นอภิปรายร่วมกัน โดยใช้คำถามจากนั้นครูเขียนสรุปคำตอบของนักเรียนไว้บนกระดาน เพื่อนำไปใช้ในการเปรียบเทียบความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ในขั้นอธิบายและลงข้อสรุป</p>	<p>ครูชักชวนให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบของนักเรียนว่าถูกต้องหรือไม่อย่างไร ด้วยการทำกิจกรรมที่ 5 เรื่องพืชสร้างอาหารได้หรือไม่ถ้าไม่มีแสง กลุ่มละ 4-5 คน โดยก่อนทำกิจกรรมครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีการทำกิจกรรมจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน และก่อนทำกิจกรรมครูนำนักเรียนอภิปรายสิ่งที่นักเรียนควรรู้ก่อนทำกิจกรรม โดยใช้คำถาม</p>	<p>นักเรียนร่วมกันอภิปรายคำตอบ แสดงความคิดเห็น เกี่ยวกับผลการทดลองและร่วมกันสรุปความแตกต่างของพืชที่ได้รับแสงกับไม่ได้รับแสงที่ใช้ในการสร้างอาหารของพืช จากนั้นครูจดสรุปคำตอบที่ได้จากการอภิปราย ไว้บนกระดาน และให้เวลานักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนคำตอบลงในใบกิจกรรม</p>	<p>ครูนำใบไม้ที่มีสีสันต่างๆให้นักเรียนจำแนกใบไม้โดยนำใบไม้แต่ละสีไปแปะลงในตาราง แยกเป็นใบไม้ที่มีสารคลอโรฟิลล์มาก และน้อย จากนั้นครูนำนักเรียนให้คิดร่วมกันว่า พืชที่ไม่ได้มีใบสีเขียวจะสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้หรือไม่ จากนั้นนักเรียนสืบค้นข้อมูล เกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชเพิ่มเติมที่ 2</p>	<p>ครูประเมินความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากการทำกิจกรรม การทดลองเพิ่มเติมที่ 4 และการยกตัวอย่างของนักเรียน และประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียน จาก การสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะทำกิจกรรม</p>

ตารางผนวกที่ 4 กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จำเป็นต่อการสร้างอาหารของพืช

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์				
ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ	ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา	ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป	ขั้นที่ 4 ขยายความรู้	ขั้นที่ 5 ประเมิน
ครูนำภาพต้นไม้ 1 ภาพ ติดที่บนกระดานหน้าห้อง มาให้นักเรียนสังเกต จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นอภิปรายร่วมกัน โดยใช้คำถาม จากนั้นครูให้นักเรียนนำแผนภาพลูกศรที่ครูจัดเตรียมไว้ให้ระหว่างแก๊สออกซิเจนและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ให้ไปติดคู่กับภาพต้นไม้หน้าห้องว่าจะวางตำแหน่งใดที่สามารถแสดงได้ว่าต้นไม้มีการดูดและคายแก๊สทั้งสองชนิดและครูเขียนสรุปคำตอบของนักเรียนไว้บนกระดาน เพื่อนำไปใช้ในการเปรียบเทียบความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ในขั้นอธิบายและลงข้อสรุป	ครูชักชวนให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบของนักเรียนว่าถูกต้องหรือไม่อย่างไร ด้วยการทำกิจกรรมที่ 6 เรื่อง พืชต้องใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในการสร้างอาหารหรือไม่ กลุ่มละ 4-5 คนและก่อนทำกิจกรรมครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีการทำกิจกรรมจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน และอภิปรายถึงสิ่งที่นักเรียนควรรู้ก่อนทำกิจกรรมและครูให้นักเรียนทำการทดลองในกิจกรรมที่ 6 จากนั้น ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมที่ 6 ให้นำสนใจ หน้าชั้นเรียน	นักเรียนร่วมกันอภิปรายคำตอบแสดงความคิดเห็น เกี่ยวกับผลการทดลองและร่วมกันสรุปความแตกต่างของพืชที่ได้รับแสง กับได้รับแสงที่มีสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ใช้ในการสร้างอาหารของพืช โดยครูจดสรุปคำตอบที่ได้จากการอภิปราย ไว้บนกระดาน และให้เวลานักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนคำตอบลงในใบกิจกรรม	นักเรียนสืบค้นเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชเพิ่มเติมจากวีดิทัศน์ และนำเสนออภิปรายร่วมกันหน้าชั้นเรียน	ครูประเมินความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากการทำกิจกรรมการทดลอง และการนำเสนอของนักเรียน และประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียน จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน ขณะทำกิจกรรม

ตารางผนวกที่ 5 กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5
เรื่อง การลำเลียงน้ำและธาตุอาหารของพืช

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์				
ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ	ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา	ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป	ขั้นที่ 4 ขยายความรู้	ขั้นที่ 5 ประเมิน
ครูให้นักเรียนร่วมกันเล่นเกม โดยครูนำชิ้นส่วนภาพจิ๊กซอร์ โครงสร้างของพืชที่มีขนาดใหญ่ 1 ชิ้นติดที่กระดานหน้าห้อง มาให้นักเรียนสังเกต จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นอภิปรายร่วมกัน โดยใช้คำถาม จากครูนำชิ้นส่วนที่ 2 ติดเพิ่มเติมในตำแหน่งต่อไปแล้วถามว่าภาพที่เห็นเป็นภาพอะไร เพราะเหตุใดและครูให้นักเรียนค่อยๆ นำชิ้นส่วนที่เหลือไปติดทีละชิ้นแล้วทายภาพจนถูกต้องในที่สุดทั้งหมดจมองเห็นภาพ โครงสร้างของพืชทั้งหมดและทายได้ถูกต้องซึ่งครูถามนักเรียนต่อไปว่าจากภาพ พืชใช้โครงสร้างส่วนใดในการสร้างอาหารของพืช และจะมีวิธีการตรวจสอบอย่างไรครูเขียน	ครูชักชวนให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบของนักเรียนว่าถูกต้องหรือไม่ อย่างไม่อย่างใดด้วยการทำกิจกรรมที่ 7 เรื่อง การดูดน้ำของรากและการลำเลียงน้ำของลำต้น กลุ่มละ 4-5 คนและให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีการทำกิจกรรมจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน และอภิปรายสิ่งที่นักเรียนควรรู้ก่อนทำกิจกรรม โดยใช้คำถาม จากครูให้นักเรียนทำการทดลองในกิจกรรมที่ 7 และตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมที่ 7 ให้ดูน่าสนใจ หน้าชั้นเรียน	นักเรียนร่วมกันอภิปรายคำตอบแสดงความคิดเห็น เกี่ยวกับผลการทดลอง และร่วมกันสรุปความแตกต่างของลำต้นผักกระสังที่แช่น้ำสี และน้ำธรรมดา โดยครูจดสรุปคำตอบที่ได้จากการอภิปราย ไว้บนกระดานและให้เวลานักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนคำตอบลงในใบกิจกรรม	นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับการลำเลียงน้ำและอาหารของพืช จากใบความรู้เพิ่มเติมที่ 3 และนำเสนอ อภิปรายร่วมกันหน้าชั้นเรียน	ครูประเมินความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนใบกิจกรรมที่ 7 และประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียน จาก การสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะทำกิจกรรม

ตารางผนวกที่ 6 กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การลำเลียงน้ำและธาตุอาหารของพืช

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์				
ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ	ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา	ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป	ขั้นที่ 4 ขยายความรู้	ขั้นที่ 5 ประเมิน
ครูนำก้านดอกกุหลาบที่มีสีเขียวและสีน้ำเงินมาให้ นักเรียน สังเกต จากนั้นครูถามคำถามกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยมีการสนทนากลุ่ม จากนั้นครูเขียนสรุปคำตอบของนักเรียนไว้บนกระดาน เพื่อนำไปใช้ในการเปรียบเทียบความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ในขั้นอธิบายและลงข้อสรุป และหลังจากนั้นครูชักชวนนักเรียนตรวจสอบ โดยการทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนสีของดอกกุหลาบ	ครูชักชวนให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบของนักเรียนว่าถูกต้องหรือไม่อย่างไรด้วยการทำกิจกรรมที่ 8 เรื่อง การดูดน้ำของรากและการลำเลียงน้ำของลำต้น (2) กลุ่มละ 4-5 คน และก่อนทำกิจกรรม ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีการทำกิจกรรมจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน โดยใช้คำถาม จากนั้นให้นักเรียนทำการทดลองในกิจกรรมที่ 8 และบันทึกผลสิ่งที่สังเกตได้ในใบกิจกรรม และตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมที่ 8 หน้าชั้นเรียนให้ดูน่าสนใจ	นักเรียนร่วมกันอภิปรายคำตอบ แสดงความคิดเห็น เกี่ยวกับผลการทดลอง และร่วมกันสรุปเกี่ยวกับการลำเลียงของพืช จากนั้นครูจดสรุปคำตอบที่ได้จากการอภิปรายไว้บนกระดานและให้เวลานักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนคำตอบลงในใบกิจกรรม	ครูขยายความรู้เพิ่มเติมเรื่องการลำเลียงน้ำและธาตุอาหารของพืช โดยใช้การนำเสนอ Power Point และให้ตอบคำถามควบคู่กับการฟังครูบรรยาย	ครูประเมินความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนใบกิจกรรมที่ 8 และประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียน จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะทำกิจกรรม

ตารางผนวกที่ 7 กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7
เรื่อง การคายน้ำของพืช

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์				
ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ	ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา	ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป	ขั้นที่ 4 ขยายความรู้	ขั้นที่ 5 ประเมิน
<p>ครูนำบีกเกอร์ ที่ใส่น้ำให้เต็มจนล้น จากนั้นครูให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นโดยครูถามคำถามกระตุ้น จากนั้น ครูสำรวจความรู้เดิมของนักเรียน เกี่ยวกับการคายน้ำของพืช เขียนคำตอบลงในกระดาษจากนั้นนำอภิปราย โดยใช้คำถามกระตุ้นและครูเขียนสรุปคำตอบของนักเรียนไว้บนกระดาน เพื่อนำไปใช้ในการเปรียบเทียบความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ในขั้นอธิบายและลงข้อสรุป</p>	<p>ครูชักชวนให้นักเรียนสำรวจ ตรวจสอบการคายน้ำของพืช ด้วยการทำกิจกรรมที่ 9 เรื่องการคายน้ำของพืช เป็นกลุ่มกลุ่มละ 4-5 คน โดยก่อนทำกิจกรรม ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีการทำกิจกรรม จนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน โดยมี การใช้คำถาม และครูให้นักเรียน ทำการทดลองในกิจกรรมที่ 9 พร้อมทั้งตอบคำถามหลังการทดลอง จากนั้นตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่ม นำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมที่ 9 ให้ดูน่าสนใจ พร้อมทั้งตอบคำถามหลังการ ทดลองหน้าชั้นเรียน</p>	<p>ครูนำนักเรียนอภิปรายคำถามหลัง การทดลองเพื่อนำนักเรียนไปสู่ ข้อสรุปของการทดลอง โดยครูจดสรุปคำตอบที่ได้จากการอภิปรายไว้บนกระดาน และให้เวลานักเรียน แต่ละกลุ่มแก้ไขคำตอบของคำถาม หลังการทดลองในใบกิจกรรม</p>	<p>ครูเปิดวิดีโอที่สน์เกี่ยวกับกลไกการ คายน้ำของพืชให้นักเรียนศึกษา และให้นักเรียนตอบคำถามลงในใบงาน และให้นักเรียนจำแนก ส่วนต่างๆ ของพืชโดยใช้หน้าที่ เป็นเกณฑ์ ลงใน ใบบันทึก กิจกรรมเพิ่มเติม</p>	<p>ครูประเมินความรู้และทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนใบกิจกรรม และ ประเมิน คุณลักษณะอันพึง ประสงค์ของนักเรียน จากการ สังเกตพฤติกรรมของนักเรียน ขณะทำกิจกรรม</p>

ตารางผนวกที่ 8 กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8
เรื่อง การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช

การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์				
ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ	ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา	ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป	ขั้นที่ 4 ขยายความรู้	ขั้นที่ 5 ประเมิน
ครูนำภาพที่มีคำบรรยายเกี่ยวกับการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืชให้นักเรียนสังเกตและนำอภิปราย โดยใช้คำถามกระตุ้นนักเรียน จากนั้นครูเขียนสรุปคำตอบของนักเรียนไว้บนกระดาน (เพื่อนำไปใช้ในการเปรียบเทียบความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ในขั้นอธิบายและลงข้อสรุป) และอภิปรายเชื่อมโยงผู้คำถามและปัญหาที่ว่า “พืชมีการตอบสนองต่อแสงหรือไม่อย่างไร”	ครูชักชวนให้นักเรียนค้นหาคำตอบของคำถาม ด้วยการทำกิจกรรมที่ 10 เรื่องการตอบสนองต่อแสงของพืช เป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน ซึ่งก่อนทำกิจกรรม ครูให้นักเรียนอ่านวิธีทำกิจกรรมจากใบกิจกรรมและร่วมกันอภิปรายวิธีการทำกิจกรรมจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน โดยใช้คำถามกระตุ้น จากนั้นครูให้นักเรียนทำการทดลองในกิจกรรมที่ 10 พร้อมตอบคำถามหลังการทดลองช่วงรอผลจากการสังเกตในกิจกรรมที่ 10 ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมที่ 10 ควบคู่ไปพร้อมกัน โดยการให้คำถามเชื่อมโยงเพื่อเข้าสู่กิจกรรมที่ 11 ว่า “โดยปกติแล้วต้นไม้ทุกชนิดมีการตอบสนองต่อสิ่งเร้าหรือไม่ และถ้ามีนักเรียน	นักเรียนร่วมกันอภิปรายคำตอบของคำถามท้ายการทดลองของกิจกรรมที่ 10 และ 11 โดยครูจดสรุปคำตอบของคำถามท้ายการทดลองที่ได้จากการอภิปรายทั้ง 2 กิจกรรม ไว้บนกระดาน และให้เวลานักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนคำตอบลงในใบกิจกรรม	ครูเชื่อมโยงเข้าสู่การขยายความรู้ ด้วยคำถาม “นอกจากแสงและการสัมผัส พืชมีการตอบสนองอื่นอีกหรือไม่ อย่างไร” โดยให้นักเรียนศึกษาความรู้เพิ่มเติม จากวีดิทัศน์ เรื่องพืชมีการตอบสนองต่อสัมผัส โดยเสียงและพร้อมกับการตอบคำถามท้ายการศึกษาจากสื่อวีดิทัศน์	ครูประเมินความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากใบกิจกรรมที่ 10 และ 11 และประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียน จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะทำกิจกรรม

ตารางผนวกที่ 8 (ต่อ)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์				
ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ	ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา	ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป	ขั้นที่ 4 ขยายความรู้	ขั้นที่ 5 ประเมิน
	<p>เคยพบเห็นต้นไม้ชนิดใดบ้าง” ครูรอคำตอบของนักเรียนเพื่อจะนำเข้าสู่กิจกรรม จากนั้นครูชักชวนให้นักเรียนเข้าสู่กิจกรรมที่ 11 เรื่อง การตอบสนองต่อการสัมผัสของพืช โดยให้นักเรียนศึกษาวิดีโอ เรื่อง การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช และนำอภิปรายโดยใช้คำถามกระตุ้น โดยก่อนทำกิจกรรม ครูให้นักเรียนอ่านวิธีทำกิจกรรมจากใบกิจกรรม และร่วมกันอภิปรายวิธีการทำกิจกรรมจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน โดยใช้คำถาม จากนั้นครูให้นักเรียนทำการทดลองในกิจกรรมที่ 11 เมื่อทำกิจกรรมเรียบร้อยแล้วตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมที่ 10 และ 11 ให้ดูน่าสนใจ</p>			



ภาคผนวก จ

ตารางแสดงเกณฑ์การให้คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ตารางผนวกที่ 9 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการของแบบวัด
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับที่ 1 และ 2

ข้อ	ระดับคะแนน		
	ไม่มีทักษะ	มีทักษะไม่สมบูรณ์	มีทักษะ
1	บอกเกณฑ์การจำแนกไม่ได้	บอกเกณฑ์การจำแนกได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถจำแนกตามเกณฑ์ได้	บอกเกณฑ์การจำแนกได้ถูกต้อง และสามารถจำแนกได้ตามเกณฑ์
2	บอกลักษณะของต้นข้าวโพดไม่ถูกต้อง	บอกและอธิบายลักษณะของต้นข้าวโพดได้ถูกต้อง 1-2 ลักษณะ	บอกและอธิบายลักษณะของต้นข้าวโพดได้ถูกต้อง 3-4 ลักษณะ
3	วัดความสูงไม่ถูกต้องทั้ง 4 ลักษณะ	วัดความสูงและใส่หน่วยได้ถูกต้อง 1-2 ลักษณะ	วัดความสูง และใส่หน่วยได้ถูกต้องทั้งหมด
4	แสดงการคำนวณผิด	แสดงวิธีการคำนวณได้ถูกต้อง แต่คำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่ระบุหน่วยหรือระบุหน่วยไม่ถูกต้อง	แสดงการคำนวณได้คำตอบและระบุหน่วยได้ถูกต้อง
5	ไม่สามารถเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้	สามารถเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้ แต่ไม่ระบุชื่อตัวแปรในแกนนอนและแกนตั้งหรือระบุชื่อตัวแปรในแกนนอนและแกนตั้งได้ถูกต้องหรือไม่มีชื่อกราฟ	สามารถเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้ถูกต้อง มีชื่อกราฟ และระบุระบุชื่อตัวแปรในแกนนอนและแกนตั้งได้ถูกต้อง
6	ลงความเห็นไม่ได้	ลงความเห็นได้ 1 เหตุผล	ลงความเห็นได้มากกว่า 2 เหตุผล
7	ตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุปไม่ถูกต้อง	ตีความหมายของข้อมูลได้แต่ลงข้อสรุปไม่ได้	ตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุปได้ถูกต้อง
8	พยากรณ์ไม่ได้	พยากรณ์สถานการณ์ได้ แต่ไม่ตรงประเด็นกับสถานการณ์ปัญหา	พยากรณ์สถานการณ์ได้ถูกต้องตรงประเด็นกับสถานการณ์ปัญหา

ตารางผนวกที่ 9 (ต่อ)

ข้อ	ระดับคะแนน		
	ไม่มีทักษะ	มีทักษะไม่สมบูรณ์	มีทักษะ
9	เลือกใช้อุปกรณ์การทดลองและออกแบบการทดลองไม่ได้	เลือกใช้อุปกรณ์การทดลองได้ถูกต้องแต่ออกแบบการทดลองไม่ถูกต้อง	เลือกใช้อุปกรณ์การทดลองและออกแบบการทดลองได้ถูกต้อง
10	เขียนสมมติฐานการทดลองไม่ได้	เขียนสมมติฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้ถูกต้อง แต่ไม่สัมพันธ์กับสถานการณ์ปัญหา	เขียนสมมติฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้ถูกต้อง และสัมพันธ์กับสถานการณ์ปัญหา
11	กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการไม่ถูกต้อง	กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการได้ถูกต้อง แต่ไม่สอดคล้องกับตัวแปรการทดลอง	กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการได้ถูกต้องมีความสอดคล้องกับตัวแปรการทดลอง
12	ระบุตัวแปรไม่ถูกต้องทั้ง 3 ตัวแปร	ระบุตัวแปรได้ถูกต้อง 1 ตัวแปร	ระบุตัวแปรได้ถูกต้องทั้ง 2-3 ตัวแปร

ตารางผนวกที่ 10 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการของแบบ
วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับที่ 3

ข้อ	ระดับคะแนน		
	ไม่มีทักษะ	มีทักษะไม่สมบูรณ์	มีทักษะ
1	ไม่สามารถบอกและอธิบาย ได้ว่าเป็นมะเขือ	บอกและอธิบายได้ว่ามะเขือ มีสีเขียวและม่วง	บอกและอธิบายได้ว่ามะเขือ มีสีเขียวและม่วงและมีรูปร่าง ทรงกลม ทรงรี และยาวและ จำนวน
2	ลงความเห็นไม่ได้	ลงความเห็นได้ 1 เหตุผล	ลงความเห็นได้มากกว่า 2 เหตุผล
3	บอกเกณฑ์การจำแนกไม่ได้	บอกเกณฑ์การจำแนกได้ ถูกต้องแต่ไม่สามารถจำแนก ตามเกณฑ์ได้	บอกเกณฑ์การจำแนกได้ ถูกต้องและสามารถจำแนก ได้ตามเกณฑ์
4	วัดความสูงไม่ถูกต้อง	วัดความสูงได้ถูกต้องบางส่วน และใส่หน่วยได้ถูกต้อง	วัดความสูงได้ถูกต้องทั้งหมด และใส่หน่วยได้ถูกต้อง
5	แสดงการคำนวณผิด	แสดงวิธีการคำนวณได้ถูกต้อง แต่คำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่ ระบุหน่วยหรือระบุหน่วยไม่ ถูกต้อง	แสดงการคำนวณได้คำตอบ และระบุหน่วยได้ถูกต้อง
6	ไม่สามารถเขียนกราฟแสดง ความสัมพันธ์ระหว่างตัว แปรต้นและตัวแปรตาม ได้	สามารถเขียนกราฟแสดงความ สัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น และตัวแปรตามได้ แต่ไม่ ระบุชื่อตัวแปรในแกนนอน และแกนตั้งหรือระบุชื่อตัว แปรในแกนนอนและแกน ตั้งได้ถูกต้องหรือไม่มีชื่อ กราฟ	สามารถเขียนกราฟ แสดง ความสัมพันธ์ระหว่างตัว แปรต้นและตัวแปรตามได้ ถูกต้อง มีชื่อกราฟ และระบุ ระบุชื่อตัวแปรในแกนนอน และแกนตั้งได้ถูกต้อง

ตารางผนวกที่ 10 (ต่อ)

ข้อ	ระดับคะแนน		
	ไม่มีทักษะ	มีทักษะไม่สมบูรณ์	มีทักษะ
7	เขียนสมมติฐานการทดลองไม่ได้	เขียนสมมติฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้ถูกต้อง แต่ไม่สัมพันธ์กับสถานการณ์ปัญหา	เขียนสมมติฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้ถูกต้อง และสัมพันธ์กับสถานการณ์ปัญหา
8	ระบุตัวแปรไม่ถูกต้องทั้ง 3 ตัวแปร	ระบุตัวแปรได้ถูกต้อง 1 ตัวแปร	ระบุตัวแปรได้ถูกต้องทั้ง 2-3 ตัวแปร
9	กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการไม่ถูกต้อง	กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการได้ถูกต้อง แต่ไม่สอดคล้องกับตัวแปรการทดลอง	กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการได้ถูกต้องมีความสอดคล้องกับตัวแปรการทดลอง
10	ตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุปไม่ถูกต้อง	ตีความหมายของข้อมูลได้แต่ลงข้อสรุปไม่ได้	ตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุปได้ถูกต้อง
11	พยากรณ์ไม่ได้	พยากรณ์สถานการณ์ได้ แต่ไม่ตรงประเด็นกับสถานการณ์ปัญหา	พยากรณ์สถานการณ์ได้ถูกต้องตรงประเด็นกับสถานการณ์ปัญหา
12	เลือกใช้อุปกรณ์การทดลอง และออกแบบการทดลองไม่ได้	เลือกใช้อุปกรณ์การทดลองได้ถูกต้องแต่ออกแบบการทดลองไม่ถูกต้อง	เลือกใช้อุปกรณ์การทดลองและออกแบบการทดลองได้ถูกต้อง

ตารางผนวกที่ 11 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการของแบบ
วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับที่ 4

ข้อ	ระดับคะแนน		
	ไม่มีทักษะ	มีทักษะไม่สมบูรณ์	มีทักษะ
1	บอกเกณฑ์การจำแนกไม่ได้	บอกเกณฑ์การจำแนกได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถจำแนกตามเกณฑ์ได้	บอกเกณฑ์การจำแนกได้ถูกต้องและสามารถจำแนกได้ตามเกณฑ์
2	บอกลักษณะของต้นกุหลาบได้ถูกต้องเพียง 1 ลักษณะ	บอกลักษณะของต้นกุหลาบได้ถูกต้อง 2-3 ลักษณะ	บอกลักษณะของต้นกุหลาบได้ถูกต้อง 4-5 ลักษณะ
3	เขียนสมมติฐานการทดลองไม่ได้	เขียนสมมติฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้ถูกต้อง แต่ไม่สัมพันธ์กับสถานการณ์ปัญหา	เขียนสมมติฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้ถูกต้อง และสัมพันธ์กับสถานการณ์ปัญหา
4	กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการไม่ถูกต้อง	กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการได้ถูกต้อง แต่ไม่สอดคล้องกับตัวแปรการทดลอง	กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการได้ถูกต้องมีความสอดคล้องกับตัวแปรการทดลอง
5	ระบุตัวแปรไม่ถูกต้องทั้ง 3 ตัวแปร	ระบุตัวแปรได้ถูกต้อง 1 ตัวแปร	ระบุตัวแปรได้ถูกต้องทั้ง 2-3 ตัวแปร
6	ตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุปไม่ถูกต้อง	ตีความหมายของข้อมูลได้ แต่ลงข้อสรุปไม่ได้	ตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุปได้ถูกต้อง
7	เลือกใช้อุปกรณ์การทดลองและออกแบบการทดลองไม่ได้	เลือกใช้อุปกรณ์การทดลองได้ถูกต้องแต่ออกแบบการทดลองไม่ถูกต้อง	เลือกใช้อุปกรณ์การทดลองและออกแบบการทดลองได้ถูกต้อง
8	เลือกเครื่องมือในการวัดไม่ถูกต้อง	เลือกเครื่องมือในการวัดได้ถูกต้อง 1 ชนิด	เลือกเครื่องมือในการวัดได้ถูกต้อง 2 ชนิด
9	แสดงการคำนวณผิด	แสดงวิธีการคำนวณได้ถูกต้อง แต่คำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่ระบุหน่วยหรือระบุหน่วยไม่ถูกต้อง	แสดงการคำนวณได้คำตอบและระบุหน่วยได้ถูกต้อง

ตารางผนวกที่ 11 (ต่อ)

ข้อ	ระดับคะแนน		
	ไม่มีทักษะ	มีทักษะไม่สมบูรณ์	มีทักษะ
10	พยากรณ์ไม่ได้	พยากรณ์สถานการณ์ได้ แต่ไม่ตรงประเด็นกับสถานการณ์ปัญหา	พยากรณ์สถานการณ์ได้ ถูกต้อง ตรงประเด็นกับสถานการณ์ปัญหา
11	ไม่สามารถเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้	สามารถเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้ แต่ไม่ระบุชื่อตัวแปรในแกนนอนและแกนตั้งหรือระบุชื่อตัวแปรในแกนนอนและแกนตั้งได้ถูกต้องหรือไม่มีชื่อกราฟ	สามารถเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้ ถูกต้อง มีชื่อกราฟ และระบุชื่อตัวแปรในแกนนอนและแกนตั้งได้ถูกต้อง
12	ลงความเห็นไม่ได้	ลงความเห็นได้ 1 เหตุผล	ลงความเห็นได้มากกว่า 2 เหตุผล



ตารางผนวกที่ 12 บันทึกสะท้อนความคิดของครูจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปัจจัยที่
จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช ตามการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

กิจกรรมที่ใช้	ผลการใช้กิจกรรม / แนวทางการแก้ไข และสิ่งที่ได้เรียนรู้
<p>ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ</p> <p>กิจกรรมที่ใช้ 1 ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยการนำพืชมา 2 ต้น ที่มีลักษณะแตกต่างกันให้เห็น ได้ชัดเจน คือต้นหนึ่งแคระแกร็น อีกต้นโตตามปกติแล้วให้นักเรียนสังเกตเปรียบเทียบแล้วใช้คำถามกับนักเรียนว่าจะทำอะไรให้ต้นไม้เจริญเติบโตบ้างมีผลต่อการเจริญเติบโต และรวบรวมความรู้หรือข้อคิดเห็นของนักเรียนเขียนเป็นข้อประเด็นเป็นกระดาน เพื่อให้นักเรียนย้อนกลับมาตรวจสอบความคิดเดิมภายหลัง</p>	<p>ผลการใช้กิจกรรม นักเรียนให้ความสนใจกับความแตกต่างของต้นไม้ที่ครูใช้ นักเรียนสามารถสังเกตและเปรียบเทียบความแตกต่างของต้นไม้ที่มีลักษณะแตกต่างกันได้พร้อมกับแสดงความคิดเห็นส่วนตัวได้ แต่ไม่ทุกคน</p> <p>แนวทางการแก้ไข การสร้างเงื่อนไขของการแสดงความคิดเห็นคือจะมีคะแนนให้เป็นของกลุ่ม กลุ่มใดได้คะแนนน้อยจะต้องจัดโต๊ะ เก้าอี้ และทำความสะอาดห้อง</p> <p>สิ่งที่ได้เรียนรู้ สื่อในการสอน หรือสถานการณ์จริงช่วยกระตุ้นความสนใจนักเรียนได้</p>
<p>กิจกรรมที่ใช้ 2 ครูทบทวนความรู้เดิมในเรื่องของปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชที่มี น้ำ แสง และดินที่เป็นปัจจัยสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช จากนั้นครูชวนนักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีการทำกิจกรรมจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน เพื่อเป็นการกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของกิจกรรมให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้นตลอดจนการอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง และจะมีวิธีการเลือกใช้และนำไปใช้อย่างไรตลอดจนการเขียนบันทึกผลการทดลอง</p>	<p>ผลการใช้กิจกรรม นักเรียนให้ความสนใจกับการมีส่วนร่วมในการทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนที่มี มีการแสดงความคิดเห็นในการช่วยครูกิจปัจจัยที่ทำให้พืชสามารถเจริญเติบโตได้ คือ น้ำ แสง และธาตุอาหารจนได้แผนภาพ ต้นพืชที่มีลูกศรชี้ไปในทิศทางต่างๆ ที่บ่งบอกปัจจัยสำคัญที่พืชต้องการ</p> <p>แนวทางการแก้ไข -</p> <p>สิ่งที่ได้เรียนรู้ การทบทวนความรู้เดิมก่อนทำกิจกรรม และการอภิปรายร่วมกันทำให้มีนักเรียนมีความเข้าใจตรงกันในการปฏิบัติกิจกรรม</p>
<p>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล 	

ตารางผนวกที่ 12 (ต่อ)

กิจกรรมที่ใช้	ผลการใช้กิจกรรม / แนวทางการแก้ไข และสิ่งที่ได้เรียนรู้
<p>ขั้นที่ 2 ตำรวจและค้นหา</p> <p>กิจกรรมที่ใช้ ครู ใช้กิจกรรมการทดลอง ปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช 3 กิจกรรม (น้ำ แสง และดิน) ที่สอดคล้องกับทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการทดลอง และทักษะการวัด</p> <p>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 3. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 4. ทักษะการตั้งสมมติฐาน 5. ทักษะการทดลอง 6. ทักษะการวัด 7. ทักษะการคำนวณ 	<p>ผลการใช้กิจกรรม นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง ได้ซึ่งนักเรียนสามารถกำหนดและควบคุมตัวแปร การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การตั้งสมมติฐาน การทดลอง และทักษะการวัด ซึ่งมีนักเรียนจำนวน 7,9,12 คน ตามลำดับของกิจกรรม ที่มีความเข้าใจในเรื่องของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น</p> <p>แนวทางการแก้ไข ใช้สถานการณ์ที่ใกล้เคียงกันหลายๆ สถานการณ์ฝึกให้นักเรียนเข้าใจ การกำหนดควบคุมตัวแปร การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การตั้งสมมติฐาน การทดลอง การวัด และการคำนวณ โดยการกระตุ้นด้วยคำถามที่นักเรียนเข้าใจได้ง่าย</p> <p>สิ่งที่ได้เรียนรู้ ครูควรยกตัวอย่างสถานการณ์ที่สอดคล้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือให้นักเรียนกำหนดสถานการณ์ด้วยตนเอง ในการหาความสัมพันธ์ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์</p>
<p>ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป</p> <p>กิจกรรมที่ใช้ ครูให้นักเรียนวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองเป็นกระบวนการกลุ่ม เมื่อเสร็จแล้วให้นักเรียนนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรม ของแต่ละกลุ่มหน้าชั้นเรียน จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการนำเสนอของแต่ละกลุ่มเพื่อแสดงให้เห็นว่าแต่ละกลุ่มได้ผลการปฏิบัติกิจกรรมอย่างไรบ้าง และร่วมกันคำตอบของ</p>	<p>ผลการใช้กิจกรรม นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความร่วมมือกับกระบวนการกลุ่มในการร่วมกันวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองอย่างตั้งใจ จากนั้นนักเรียนแต่ละคนในกลุ่มบันทึกสรุปผลการทดลองในใบกิจกรรม และเขียนกราฟการเจริญเติบโตของต้นถั่วเขียวที่ใช้เป็นตัวอย่างการทดลอง ในส่วนของการนำเสนอข้อมูลหน้าชั้นเรียนตัวแทนกลุ่มมีการนำเสนอได้ดี แต่ยังเป็นแบบการอ่านจากใบกิจกรรมที่นักเรียนเป็นผู้เขียนบันทึกไว้</p>

ตารางผนวกที่ 12 (ต่อ)

กิจกรรมที่ใช้	ผลการใช้กิจกรรม / แนวทางการแก้ไข และสิ่งที่ได้เรียนรู้
<p>คำถามท้ายกิจกรรมการทดลอง ในกิจกรรมที่ 1,2 และ 3 ตามลำดับ</p> <p>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้</p> <ol style="list-style-type: none"> ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ทักษะการสังเกต ทักษะการลงความเห็นข้อมูล ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 	<p>แนวทางการแก้ไข การนำเสนอข้อมูลสำหรับนักเรียนตัวแทนกลุ่ม ครูใช้วิธีการช่วยนักเรียน คือถามคำถามเพื่อให้นักเรียนสรุปผลการทำกิจกรรม เพื่อไม่ให้ นักเรียนก้มหน้าอ่านจากใบกิจกรรมเพียงอย่างเดียว</p> <p>สิ่งที่ได้เรียนรู้ ครูควรเข้าใจว่านักเรียนแต่ละคนบางคนมีความสามารถในการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ซึ่งนักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ครูต้องค่อยๆ ฝึกให้นักเรียนคิดตามลำดับความเป็นเหตุเป็นผลในส่วนของการนำเสนอข้อมูล ซึ่งจะต้องมีการฝึกบ่อยๆ เช่น ในสถานการณ์ในชั้นเรียน ครูควรฝึกให้นักเรียนอธิบายตอบคำถามจากหัวข้อที่กำหนดที่มีความละเอียดมากขึ้น เพื่อสร้างความมั่นใจในตนเอง</p>
<p>ขั้นที่ 4 ขยายความรู้</p> <p>กิจกรรมที่ใช้ ครูให้นักเรียนศึกษาใบความรู้เพิ่มเติม เรื่องการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน “ไฮโดรโปนิกส์” เพื่อให้นักเรียนนำความรู้เดิมที่ผ่านการเรียนไปเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ให้กว้างขวางมากขึ้นหรือที่แตกต่างจากความรู้เดิม</p>	<p>ผลการใช้กิจกรรม นักเรียนให้ความสนใจในใบกิจกรรมที่ครูมอบหมายให้ทำ มีความตั้งใจในการศึกษาข้อมูลจากใบความรู้และตอบคำถามในใบกิจกรรมได้ แต่นักเรียนบางคนวิเคราะห์โจทย์คำถามจากใบความรู้ไม่ถูกต้อง จึงตอบคำถามนอกประเด็นคำถาม</p>
<p>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้</p> <p>- ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป</p>	<p>แนวทางการแก้ไข ครูให้นักเรียนบางคนในกรณีวิเคราะห์โจทย์คำถามจากใบความรู้ไม่ถูกต้องให้อ่านทบทวนเนื้อหาอย่างน้อย 2 ครั้ง แล้วครูใช้คำถามที่ใกล้เคียงกับประเด็นคำถามที่ระบุไว้ในกิจกรรม โดยให้นักเรียนลองตอบตามความคิดของนักเรียน เมื่อตอบผิดครูค่อยๆ ปรับคำถามเพื่อให้นักเรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น แล้วจากนั้นให้นักเรียนลองพิจารณาว่าโจทย์ต้องการทราบอะไรบ้างควรตอบอะไรได้บ้างและตอบอย่างไร สิ่งที่ได้เรียนรู้ การใช้สื่อใบความรู้เพิ่มเติม</p>

ตารางผนวกที่ 12 (ต่อ)

กิจกรรมที่ใช้	ผลการใช้กิจกรรม / แนวทางการแก้ไข และสิ่งที่ได้เรียนรู้
<p>ขั้นที่ 5 ประเมิน</p> <p>กิจกรรมที่ใช้ ครูให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันว่า จากกิจกรรมที่นักเรียนปฏิบัตินักเรียนจะนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร และสนทนาซักถามว่านักเรียนเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อะไรบ้าง</p> <p>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้</p> <ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 	<p>ที่เป็นเรื่องที่แตกต่างกันจากกรอบการเรียนรู้ในบทเรียน ทำให้นักเรียนเกิดความรู้และให้ความสนใจเป็นอย่างมาก</p> <p>ผลการใช้กิจกรรม นักเรียนยกมือแสดงความคิดเห็นว่า ตนเองจะนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ เช่น การให้ดูแลหรือการปลูกต้นไม้ที่บ้านและที่โรงเรียน การศึกษาทำโครงการวิทยาศาสตร์และนักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดว่านักเรียนได้เรียนรู้ทักษะอะไรบ้าง บางกลุ่มเขียนเป็นความเรียง บางกลุ่มแสดงเป็น Mind Map และครูนำสิ่งที่นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปให้ไปติดไว้กับบอร์ดผลงานของนักเรียนในห้องเรียน</p> <p>แนวทางการแก้ไข -</p> <p>สิ่งที่ได้เรียนรู้ การให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น นักเรียนช่วยกันแสดงความคิดเห็นเป็นอย่างดี แต่ครูควรกระตุ้นด้วยการสนทนาซักถาม และช่วยยกตัวอย่างสถานการณ์ที่ผ่านจากกิจกรรม เพื่อเป็นการช่วยนักเรียนทบทวนอีกครั้ง</p>

ตารางผนวกที่ 13 บันทึกสะท้อนความคิดของครูจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง พืชมี
การสร้างอาหารตามการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

กิจกรรมที่ใช้	ผลการใช้กิจกรรม / แนวทางการแก้ไข และสิ่งที่ได้เรียนรู้
<p>ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ</p> <p>กิจกรรมที่ใช้ ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยการนำใบพืช เช่น ชบา พุดต่าง ที่มีสีเขียว มาให้นักเรียนสังเกต จากนั้นให้นักเรียนร่วมกัน แสดงความคิดเห็นอภิปรายร่วมกัน โดยใช้คำถาม จากนั้นครูเขียนสรุปคำตอบของนักเรียนไว้ บนกระดาน เพื่อนำไปใช้ในการเปรียบเทียบ ความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ในขั้นอธิบายและ ลงข้อสรุป</p>	<p>ผลการใช้กิจกรรม นักเรียนให้ความสนใจกับภาพใบไม้ ที่เห็น นักเรียนบางคนยกตัวอย่างใบไม้ที่เคยเห็นมา ก่อน ในใบหูกวาง ใบโกสน ใบชบา ที่ปลูกไว้ที่บ้าน ของนักเรียน และร่วมมือในการตอบคำถามแสดง ความคิดเห็นตามความเข้าใจของตนเอง อย่างมีเหตุผล และมีการโต้แย้งของความคิดเห็นเกิดขึ้น ในชั้นเรียน สิ่งที่เป็นสาเหตุในการโต้แย้งคือ เรื่องเกี่ยวกับใบไม้สี ทอง</p>
<p>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการลงความเห็นข้อมูล 	<p>แนวทางการแก้ไข ในกรณีที่นักเรียนเกิดการโต้แย้งทาง ความคิดของนักเรียน ครูใช้วิธีการ โดยให้นักเรียน เก็บประเด็นความคิดเห็นนั้นไว้ก่อน โดยกระตุ้นให้ นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นมากขึ้นด้วยการให้นักเรียน ช่วยกันหาข้อมูลเพิ่มเติมจากเรียนรู้อื่น และให้นักเรียน คนดังกล่าวนำตัวอย่างพืชที่พบมาโรงเรียนในการ เรียนครั้งต่อไป</p> <p>สิ่งที่ได้เรียนรู้ นักเรียนให้ความสนใจกับสื่อที่เป็นของ จริง และช่วยให้ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการสังเกต และลงความเห็นข้อมูลและนักเรียนมีประสบการณ์ ในการเรียนรู้ต่างกัน</p>
<p>ขั้นที่ 2 ตำรวจและค้นหา</p> <p>กิจกรรมที่ใช้ ครูชักชวนให้นักเรียนตรวจสอบ คำตอบของนักเรียนว่าถูกต้องหรือไม่ อย่างไร ด้วยการทำกิจกรรมที่ 4 เรื่อง พืชมีการสร้าง อาหารแต่ก่อนทำกิจกรรมครูและนักเรียนร่วมกัน</p>	<p>ผลการใช้กิจกรรม นักเรียนให้ความร่วมมือ และมีความ ตั้งใจการร่วมอภิปรายตอบคำถามก่อนปฏิบัติกิจกรรม เมื่อนักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรม โดยการทดลอง นักเรียนให้ความสนใจ และปฏิบัติตามขั้นตอนการ ทดลอง โดยการแบ่งหน้าที่กันภายในกลุ่มไม่คุยกัน</p>

ตารางผนวกที่ 13 (ต่อ)

กิจกรรมที่ใช้	ผลการใช้กิจกรรม / แนวทางการแก้ไข และสิ่งที่ได้เรียนรู้
อภิปรายวิธีการทำกิจกรรมจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน โดยใช้คำถามในใบกิจกรรมก่อนการทดลองเพื่อเป็นการกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของกิจกรรมให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้นตลอดจนการอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง และจะมีวิธีการใช้และนำไปใช้อย่างไรตลอดจนการเขียนบันทึกผลการทดลอง	เสียงดังขณะทำการทดลอง เมื่อปฏิบัติกิจกรรมเสร็จแล้วนักเรียนส่วนใหญ่เริ่มเข้าใจการกำหนดสมมติฐานและการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ มีการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปได้ มีการสังเกตติดตามผลการทดลองอย่างต่อเนื่องเนื่องจากนักเรียนต้องจดบันทึกผลนอกเวลาเรียน และนำเสนอข้อมูลหน้าชั้นเรียนได้น่าสนใจมากขึ้น โดยมีการวาดภาพประกอบ และระบายสีสวยงามลงบนกระดาษบุรูปได้อย่างสวยงาม
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้	แนวทางการแก้ไข นักเรียนบางส่วนที่เป็นนักเรียนส่วนน้อยที่ไม่เข้าใจการกำหนดสมมติฐานและการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ มีการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปครูใช้วิธีการให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างคือการให้เพื่อนช่วยเพื่อน ครูกล่าวชมเชยและให้กำลังใจ จากนั้นครูให้แต้มเป็นสติ๊กเกอร์ติดที่บอร์ดผล งานของแต่ละกลุ่มเพื่อบ่งบอกว่า 1 แต้มที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆหมายถึงการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
<ol style="list-style-type: none"> 1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการตั้งสมมติฐาน 3. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 4. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 5. ทักษะการทดลอง 6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 	สิ่งที่ได้เรียนรู้ การให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กันในกลุ่ม ในการช่วยเหลือกัน ทำให้เกิดผลดีต่อนักเรียนทุกคนภายในกลุ่มนักทำให้เกิดความเข้าใจเรื่องการเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น

ตารางผนวกที่ 13 (ต่อ)

กิจกรรมที่ใช้	ผลการใช้กิจกรรม / แนวทางการแก้ไข และสิ่งที่ได้เรียนรู้
<p>ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป</p> <p>กิจกรรมที่ใช้ ครูให้นักเรียนวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองเป็นกระบวนการกลุ่ม เมื่อเสร็จแล้วให้นักเรียนนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมของแต่ละกลุ่มหน้าชั้นเรียน จากนั้น ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการนำเสนอของแต่ละกลุ่มเพื่อแสดงให้เห็นว่าแต่ละกลุ่มได้ผลการปฏิบัติกิจกรรมอย่างไรบ้าง และร่วมกันคำตอบของคำถามท้ายกิจกรรมการทดลอง การตอบคำถามท้ายกิจกรรม โดยการให้แต่ละกลุ่มแสดงคำตอบและตัวแทนนักเรียนเขียนคำตอบของกลุ่มตนเองเป็นรายข้อบนกระดาน</p> <p>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 2. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 	<p>ผลการใช้กิจกรรม นักเรียนแต่ละกลุ่มให้ความร่วมมือกันคิดวิเคราะห์สรุปผลการทดลองอย่างตั้งใจ จากการสังเกตนักเรียนแต่ละคนจะช่วยกันคิดและอภิปรายให้ เพื่อนในกลุ่มฟังจนสามารถตอบประเด็นคำถามได้ที่สื่อถึงทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป และ ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลได้ถูกต้อง</p> <p>แนวทางการแก้ไข -</p> <p>สิ่งที่ได้เรียนรู้ นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเอง ผ่านการทำกิจกรรมที่ลงมือปฏิบัติเพียงแต่ครูต้องคอยให้การชี้แนะ</p>
<p>ขั้นที่ 4 ขยายความรู้</p> <p>กิจกรรมที่ใช้ ครูให้นักเรียนศึกษาวิดีโอทัศน์เพิ่มเติมเรื่องเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชในลักษณะของการ์ตูนภาษาอังกฤษ และเมื่อนักเรียนดูจบแล้วครูให้นักเรียนตอบคำถาม</p> <p>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้</p> <p>- ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป</p>	<p>ผลการใช้กิจกรรม นักเรียนให้ความสนใจสื่อวิดีโอทัศน์ที่เป็นการ์ตูน นักเรียนจะตั้งใจดูและฟังด้วยความเงิบไม่พูดคุยกันขณะดู และเมื่อนักเรียนดูเสร็จแล้วนักเรียนจะตั้งคำถามว่า “แปลว่าอะไร เพราะบางคำจะจำคำศัพท์ไม่ได้” และช่วยกันแปลประโยคภาษาอังกฤษที่ได้จากการเรียนรู้เป็นกลุ่ม และให้ความตั้งใจในกิจกรรมการตอบคำถาม</p>

ตารางผนวกที่ 13 (ต่อ)

กิจกรรมที่ใช้	ผลการใช้กิจกรรม / แนวทางการแก้ไข และสิ่งที่ได้เรียนรู้
	<p>แนวทางการแก้ไข ครูใช้วิธีการอธิบายให้นักเรียนคู่วิดิตทัศน์ซ้ำ 2 ครั้ง และครูเป็นผู้แปลเป็นภาษาไทยให้นักเรียนฟัง</p> <p>สิ่งที่ได้เรียนรู้ การใช้สื่อที่เป็นการ์ตูนสอนนักเรียนทำให้นักเรียนเกิดความสนใจและสนุกกับการดู แต่ต้องให้การอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้เกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น</p>
<p>ขั้นที่ 5 ประเมิน</p> <p>กิจกรรมที่ใช้ ครูให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันว่าวันนี้ นักเรียน ได้เรียนรู้อะไรบ้าง และสามารถนำความรู้จากเรื่องที่เรียนไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ได้อย่างไร และสนทนาซักถามว่านักเรียนเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อะไรบ้าง และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มย้อนกลับไปดูสรุปคำตอบของนักเรียนบนกระดานที่เขียนไว้ว่าก่อนเรียน และหลังเรียนนักเรียนมีความเข้าใจตรงกันหรือแตกต่างกันเพื่อปรับความเข้าใจของตนเอง</p> <p>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้</p> <ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 	<p>ผลการใช้กิจกรรม นักเรียนให้ความร่วมมือในการรวบรวมประเด็นข้อสรุปสำหรับความรู้ที่ได้เรียนในกิจกรรมครั้งนี้ด้วยการช่วยกันคิดภายในกลุ่ม และหลังจากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มจะช่วยกันคิดย้อนกลับผลของคำตอบที่ช่วยกันตอบก่อนทำกิจกรรม และเขียนสิ่งที่เรียนรู้ลงในกระดาษส่งครู ลุ่มสรุปให้ไปติดไว้กับบอร์ดผลงานของนักเรียนในห้องเรียน ใกล้เคียงกับการสรุปกิจกรรมครั้งที่ผ่านมา</p> <p>แนวทางการแก้ไข</p> <p>สิ่งที่ได้เรียนรู้ ครูควรให้นักเรียนทุกคนได้ทำการเขียนสรุปประเด็นความรู้ที่ได้ของแต่ละกลุ่มโดยที่ลายมือไม่ซ้ำกัน เพื่อให้รู้่านักเรียนแต่ละกลุ่มมีส่วนร่วมมากยิ่งขึ้น โดยครูไม่ตำหนิเมื่อลายมือไม่เรียบร้อยและไม่สวยงาม และให้คำชมเชยว่าแต่ละกลุ่มมีความตั้งใจดีมาก</p>

ตารางผนวกที่ 14 บันทึกสะท้อนความคิดของครูจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แสง
จำเป็นต่อการสร้างอาหารของพืช ตามการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

กิจกรรมที่ใช้	ผลการใช้กิจกรรม / แนวทางการแก้ไข และสิ่งที่ได้เรียนรู้
<p>ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ</p> <p>กิจกรรมที่ใช้ ครูเปิดประเด็นที่ค้างไว้จากกิจกรรมที่ผ่านมา คือ เรื่องใบไม้สีทองพร้อมกับใบไม้จริงที่นักเรียนได้นำมาให้เพื่อนๆ และสนทนาซักถามของการสืบค้นเพิ่มเติมของนักเรียน จากนั้นครูนำสื่อที่เป็นภาพใบไม้ขนาดใหญ่ 2 ภาพ ที่แสดงให้เห็นความแตกต่างกัน คือ ภาพที่ 1 เป็นภาพใบไม้สีเขียวทั้งใบ ภาพที่ 2 เป็นภาพใบไม้สีเขียวที่ถูกกระดาษสีดำปิดทับเป็นบางส่วนไว้มาให้ให้นักเรียนสังเกต จากนั้นครูเสนอประเด็นคำถามเพื่อให้นักเรียนตอบ แสดงความคิดเห็น จากนั้นครูเขียนสรุปคำตอบของนักเรียนไว้บนกระดาน เพื่อนำไปใช้ในการเปรียบเทียบความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ในขั้นประเมิน</p> <p>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการลงความเห็นข้อมูล 	<p>ผลการใช้กิจกรรม นักเรียนให้ความสนใจกับใบไม้สีทองที่เพื่อนเตรียมมาอย่างมาก มีการพิสูจน์โดยใช้มือสัมผัส ว่าเป็นของจริงหรือไม่ จนในที่สุดนักเรียนลงความเห็นร่วมกันว่าเป็นสิ่งมหัศจรรย์ และนักเรียนที่นำมา กับเพื่อนที่สืบค้นข้อมูลมาล่วงหน้าบอกกับเพื่อนในห้องเรียนว่ามีชื่อเรียกอีกอย่างว่า “ยาดาโอ๊ะ” จากนั้นนักเรียนให้ความสนใจกับใบไม้ที่ครูนำมาให้นักเรียนสังเกตและร่วมกันอภิปราย ลงความเห็น</p> <p>แนวทางการแก้ไข -</p> <p>สิ่งที่ได้เรียนรู้ การให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการนำสื่อการเรียนรู้มาใช้ร่วมกับครูในชั้นเรียนเมื่อมีโอกาสทำให้นักเรียนดีใจและมีความสุขกับการเรียนมากขึ้น และเป็นแบบอย่างที่ดีกับนักเรียนคนอื่น และเมื่อครูกระตุ้นในสิ่งที่นักเรียนให้ความสนใจนักเรียนสามารถค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติมได้</p>
<p>ขั้นที่ 2 ดำรวจและค้นหา</p> <p>กิจกรรมที่ใช้ ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมพืชสร้างอาหารได้หรือไม่ถ้าไม่มีแสง โดยการสนทนาซักถาม คำถามก่อนการทดลองในเรื่องของการสังเกต การกำหนดและควบคุมตัวแปร การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การตั้งสมมติฐาน จากนั้นให้นักเรียนศึกษา</p>	<p>ผลการใช้กิจกรรม นักเรียนแต่ละกลุ่มมีการวางแผนการปฏิบัติการทดลองมีการแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบ และนักเรียนทุกคนจะตื่นตัวกับการปฏิบัติการทดลองมาก มีความตั้งใจในการช่วยกันปฏิบัติการทดลอง และมีความระมัดระวังในการทดลองมากขึ้น เพราะกิจกรรมดังกล่าวเป็นกิจกรรมที่ต้องใช้ไฟและเครื่องแก้วซึ่งจะเกิดอันตรายได้ง่าย</p>

ตารางผนวกที่ 14 (ต่อ)

กิจกรรมที่ใช้	ผลการใช้กิจกรรม / แนวทางการแก้ไข และสิ่งที่ได้เรียนรู้
ขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมเพื่อเป็นแนวทางในการตรวจสอบผลของการตั้งสมมติฐานก่อนลงมือปฏิบัติกิจกรรม	จากนั้นแต่ละกลุ่มจะช่วยสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นและจดบันทึก แต่ยังมีนักเรียนกลุ่มอ่อนไม่ให้ความร่วมมือในการปฏิบัติกิจกรรมในครั้งนี้
<p>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 3. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 4. ทักษะการตั้งสมมติฐาน 5. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 6. ทักษะการทดลอง 7. ทักษะการวัด 8. ทักษะการคำนวณ 9. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 	<p>แนวทางการแก้ไข -</p> <p>สิ่งที่ได้เรียนรู้ ครูควรปรับกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนกลุ่มอ่อนได้มีโอกาสในการปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนมากขึ้น เพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น</p>
<p>ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป</p> <p>กิจกรรมที่ใช้ ครูให้นักเรียนวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง จากนั้นส่งตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียน จากนั้นตอบคำถามท้ายกิจกรรม โดยการให้แต่ละกลุ่มแสดงคำตอบและครูเขียนคำตอบของนักเรียนเป็นรายชื่อบนกระดาน และครูเริ่มใช้คะแนนเป็นสิ่งช่วยในการทำกิจกรรมของกลุ่ม ซึ่งมีข้อแม้ว่ากลุ่มไหนตอบถูกและมีเหตุผลจะได้คะแนนเต็มในข้อนั้นๆ</p>	<p>ผลการใช้กิจกรรม นักเรียนแต่ละกลุ่มเกิดความกระตือรือร้นในแข่งขันกัน และให้ความร่วมมือกันในการตอบประเด็นคำถามให้ถูกต้องด้วยบรรยากาศของห้องเรียนที่สนุกสนาน และตัวแทนนักเรียนนำเสนอผลการทดลองเสียงดังฟังชัด ถ่ายทอดการนำเสนอได้อย่างน่าสนใจ เช่น การวาดภาพ ประกอบการบรรยาย</p> <p>แนวทางการแก้ไข -</p> <p>สิ่งที่ได้เรียนรู้ การใช้กติกาการแข่งขันในบางกิจกรรมทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นและ</p>

ตารางผนวกที่ 14 (ต่อ)

กิจกรรมที่ใช้	ผลการใช้กิจกรรม / แนวทางการแก้ไข และสิ่งที่ได้เรียนรู้
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ 1. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลง ข้อสรุป 2. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย ข้อมูล	เกิดการร่วมมือกันเป็นทีม เกิดการปฏิสัมพันธ์ที่ดี ในเชิงบวก จนสามารถอธิบายและลงข้อสรุปของ กิจกรรมนี้ได้
ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ กิจกรรมที่ใช้ ครูให้นักเรียนสังเกตตัวอย่าง ใบไม้จริงลักษณะต่างๆ ที่มีความเข้มข้นของ สีแตกต่างกัน และให้นักเรียนจำแนกใบไม้ โดยนำใบไม้แต่ละสีไปแปะลงในตาราง แยก เป็นใบไม้ที่มีสารคลอโรฟิลล์มากและน้อย และให้นักเรียน สืบค้น เกี่ยวกับการสังเคราะห์ ด้วยแสงของพืชในใบความรู้เพิ่มเติมที่ 2	ผลการใช้กิจกรรม นักเรียนให้ความสนใจในการ ร่วมกิจกรรมสังเกตและจำแนกความแตกต่างของ สีใบไม้ได้ และแสดงความต้องการในการนำไปไม่ ไปคิดในตารางหน้าชั้นเรียน และนักเรียนให้ความ สนใจกับศึกษาข้อมูลความรู้จากใบกิจกรรม เพิ่มเติมที่ 2 อย่างตั้งใจและสามารถวิเคราะห์ตอบ คำถามได้ถูกต้อง แนวทางการแก้ไข ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่ง ตัวแทนเพื่อนที่ไม่ค่อยกล้าแสดงออก เป็นคนนำ ใบไม้ไปติดบนกระดาน เพื่อเป็นการกระตุ้นให้ นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมมากขึ้น โดย เพื่อนๆในกลุ่มเดียวกันจะคอยเตรียมให้ และบอก ว่าจะนำไปติดในตารางช่องใดบ้าง จึงทำให้นักเรียน เกิดการปฏิสัมพันธ์กัน
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ 1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการจำแนกประเภท	สิ่งที่ได้เรียนรู้ การใช้ใบกิจกรรมเพิ่มเติมใช้ได้ดีกับ นักเรียนที่มีความกระตือรือร้นในการเรียนจน สามารถนำความรู้ที่ได้ขยายต่อกับเพื่อนๆในกลุ่ม แต่ครูควรที่จะต้องให้ความสนใจกับนักเรียนที่ เรียนอ่อนที่จะต้องช่วยในการฝึกให้เกิดการศึกษ ขยายความรู้ด้วยตนเองให้มากยิ่งขึ้น

ตารางผนวกที่ 14 (ต่อ)

กิจกรรมที่ใช้	ผลการใช้กิจกรรม / แนวทางการแก้ไข และสิ่งที่ได้เรียนรู้
<p>ขั้นที่ 5 ประเมิน</p> <p>กิจกรรมที่ใช้ ครูให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันว่าวันนี้นักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้าง และสามารถนำความรู้จากเรื่องที่เรียนไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรและสนทนาซักถามว่านักเรียนเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อะไรบ้าง และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มย้อนกลับไปดูสรุปคำตอบของนักเรียนบนกระดานที่เขียนไว้ว่าก่อนเรียน และหลังเรียนนักเรียนมีความเข้าใจตรงกันหรือแตกต่างกันเพื่อปรับความเข้าใจของตนเอง</p>	<p>ผลการใช้กิจกรรม นักเรียนมีการยกมือในการตอบ แสดงความคิดเห็นที่เกิดจากเกิดการเรียนรู้ที่ผ่าน มา และเขียนสรุปสิ่งที่เกิดขึ้นลงในกระดาษ และนำสิ่งที่เขียนได้ไปติดกับผลการสรุปในครั้งที่เรียนผ่านมา</p> <p>แนวทางการแก้ไข -</p> <p>สิ่งที่ได้เรียนรู้ การให้นักเรียนย้อนทบทวนคำตอบจากกิจกรรมขึ้นสร้างความสนใจทำให้นักเรียนมีความเข้าใจมากขึ้น</p>
<p>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 2. ทักษะการลงความเห็นข้อมูล 	

ตารางผนวกที่ 15 บันทึกสะท้อนความคิดของครูจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จำเป็นต่อการสร้างอาหารของพืช ตามการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

กิจกรรมที่ใช้	ผลการใช้กิจกรรม / แนวทางการแก้ไข และสิ่งที่ได้เรียนรู้
<p>ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ</p> <p>กิจกรรมที่ใช้ ครูนำภาพต้นไม้ 1 ภาพ ติดที่กระดานหน้าห้อง และให้นักเรียนสังเกต จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นอภิปรายร่วมกันเพื่อเชื่อมโยงไปถึงการหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊สของพืช และเขียนแผนภาพลูกศรที่ครูจัดเตรียมไว้ให้ระหว่างแก๊สออกซิเจนและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ให้ไปติดคู่กับภาพต้นไม้หน้าห้องว่าจะวางตำแหน่งใด ที่แสดงให้เห็นว่าต้นไม้มีการดูดและคายแก๊สทั้งสองชนิดจากนั้นครูเขียนสรุปคำตอบของนักเรียนไว้บนกระดานเพื่อนำไปใช้ในการเปรียบเทียบความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ในชั้นประเมิน</p>	<p>ผลการใช้กิจกรรม จากสื่อที่เป็นภาพต้นไม้ นักเรียนให้ความสนใจ และเกิดความสงสัยแตกต่างกันว่าต้นไม้ใช้แก๊สชนิดใดหายใจ และสร้างอาหารซึ่งมีการโต้แย้งกันในชั้นเรียน</p> <p>แนวทางการแก้ไข ในเหตุการณ์ที่นักเรียนมีความคิดเห็นไม่ตรงกัน ครูถือเป็นโอกาสดี เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการอยากรู้และต้องการพิสูจน์โดยการชวนให้นักเรียนตั้งใจทำกิจกรรมการทดลอง</p> <p>สิ่งที่ได้เรียนรู้ ในสถานการณ์ที่มีความคิดเห็นไม่ตรงกัน ครูควรให้นักเรียนหาคำตอบด้วยตนเองให้ถูกต้อง โดยที่ครูไม่ต้องบอกเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง</p>
<p>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการลงความเห็น 	
<p>ขั้นที่ 2 ดำรวจและค้นหา</p> <p>กิจกรรมที่ใช้ ครูชักชวนให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบของนักเรียนว่าถูกต้องหรือไม่ อย่งไรด้วยการทำกิจกรรมที่ 6 เรื่อง พืชต้องใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในการสร้างอาหารหรือไม่ จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีการทำกิจกรรมจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน และ</p>	<p>ผลการใช้กิจกรรม นักเรียนให้ความร่วมมือในการแสดงความคิดเห็นในการตอบคำถามก่อนทำกิจกรรมได้ถูกต้องนักเรียนให้ความสนใจกับการปฏิบัติกิจกรรม มีการวางแผนการทดลอง แบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบประจำกลุ่ม ปฏิบัติกิจกรรมการทดลองอย่างระมัดระวัง จดผลการทดลองที่ได้</p>

ตารางผนวกที่ 15 (ต่อ)

กิจกรรมที่ใช้	ผลการใช้กิจกรรม / แนวทางการแก้ไข และสิ่งที่ได้เรียนรู้
<p>ก่อนทำกิจกรรมครูนำนักเรียนอภิปรายสิ่งที่นักเรียนควรรู้ก่อนทำกิจกรรม</p> <p>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 2. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 3. ทักษะการตั้งสมมติฐาน 4. ทักษะการตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป 5. ทักษะการทดลอง 6. ทักษะการทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 	<p>แนวทางการแก้ไข -</p> <p>สิ่งที่ได้เรียนรู้ ในการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์มากขึ้น</p>
<p>ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป</p> <p>กิจกรรมที่ใช้ ครูให้นักเรียนวิเคราะห์ผลและสรุปผลการทดลอง และนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าชั้นเรียน จากนั้นตอบคำถามท้ายกิจกรรมการทดลอง ในกิจกรรมที่ 6 และการนำเสนอข้อมูลของนักเรียนตัวแทนของแต่ละกลุ่ม</p> <p>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้</p> <p>- ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป</p>	<p>ผลการใช้กิจกรรม นักเรียนในมีความกระตือรือร้นในการช่วยกันวิเคราะห์ผล และสรุปผลการทดลองของกลุ่มตนเองจนแต่ละกลุ่มตอบคำถามได้ถูกต้อง และมีการปฏิสัมพันธ์ของนักเรียนภายในกลุ่ม คือ มีการช่วยเหลือในกลุ่มสำหรับนักเรียนที่เรียนเก่ง และปานกลาง จะช่วยนักเรียนที่เรียนอ่อนได้ดี ในส่วนของการนำเสนอผลการทำกิจกรรมที่ 6 ตัวแทนกลุ่มในครั้งนี้เป็นกลุ่มของนักเรียนที่เรียนอ่อน จึงนำเสนอผลการการปฏิบัติกิจกรรมที่ในเกณฑ์ที่พอใช้</p> <p>แนวทางการแก้ไข ฝึกให้นักเรียนที่เรียนอ่อนให้พูดอภิปรายระหว่างการปฏิบัติกิจกรรมเพื่อสร้างความคุ้นเคยในการกล้าแสดงออกออกในรูปแบบการนำเสนอหน้าชั้นเรียน</p>

ตารางผนวกที่ 15 (ต่อ)

กิจกรรมที่ใช้	ผลการใช้กิจกรรม / แนวทางการแก้ไข และสิ่งที่ได้เรียนรู้
	<p>สิ่งที่ได้เรียนรู้ ครูควรให้ความสำคัญกับนักเรียนในกลุ่มเก่งที่มีการช่วยเหลือนักเรียนในกลุ่มที่เรียนอ่อน ด้วยการกล่าวชมเชย และยกย่องให้เป็นตัวอย่างดีของนักเรียนทุกคน</p>
<p>ขั้นที่ 4 ขยายความรู้</p> <p>กิจกรรมที่ใช้ ครูให้นักเรียนศึกษาวิดีโอทัศน์เรื่อง เกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช (เป็นการ์ตูนภาษาอังกฤษ 1 รอบ ประมาณ 5 นาที โดยครูแปลเป็นภาษาไทยให้ฟังเป็นช่วงๆ สำหรับการศึกษารอบที่ 2)</p>	<p>ผลการใช้กิจกรรม นักเรียนให้ความสนใจกับสื่อวิดีโอทัศน์ถึงแม้จะฟังภาษาอังกฤษไม่รู้เรื่อง แต่นักเรียนมีเข้าใจในคำศัพท์บางคำ เช่น แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แก๊สออกซิเจน น้ำ อากาศ น้ำตาล และคลอโรฟิลล์</p> <p>แนวทางการแก้ไข ครูแปลภาษาอังกฤษให้เป็นภาษาไทยให้นักเรียนฟัง</p>
<p>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 3. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 	<p>สิ่งที่ได้เรียนรู้ ครูควรปรับรูปแบบการสอน เช่น การนำความรู้ที่สามารถถ่ายทอดให้กับนักเรียนในรูปแบบสื่อการ์ตูน ได้ตามความเหมาะสม เพื่อเป็นการปรับพฤติกรรมกรรมการเรียนด้วยเช่นกัน</p>
<p>ขั้นที่ 5 ประเมิน</p> <p>กิจกรรมที่ใช้ ครูให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันว่าวันนี้ นักเรียน ได้เรียนรู้อะไรบ้างและหลังจากนั้นให้นักเรียนที่สามารถนำความรู้จากเรื่องที่เรียนไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ได้อย่างไร โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มจับฉลากว่ากลุ่มใดจะได้อภิปรายก่อน จากนั้นสนทนาซักถามว่านักเรียนเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อะไรบ้าง และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มย้อนกลับไปดูสรุป</p>	<p>ผลการใช้กิจกรรม นักเรียนให้ความร่วมมือในการอภิปรายร่วมกัน และสมาชิกในกลุ่มจะช่วยกันคิดและจะให้เพื่อนที่เป็นตัวแทนอ่านอภิปรายที่โต้ะเรียน</p> <p>แนวทางการแก้ไข -</p> <p>สิ่งที่ได้เรียนรู้ การใช้ปฏิสัมพันธ์กลุ่มเป็นการให้นักเรียนเกิดความสนใจมากขึ้น</p>

ตารางผนวกที่ 15 (ต่อ)

กิจกรรมที่ใช้	ผลการใช้กิจกรรม / แนวทางการแก้ไข และสิ่งที่ได้เรียนรู้
<p>คำตอบของนักเรียนบนกระดานที่เขียนไว้ว่า ก่อนเรียน และ หลังเรียน นักเรียนมีความ เข้าใจตรงกันหรือแตกต่างกันเพื่อปรับความ เข้าใจของตนเอง</p>	
<p>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ - ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลง ข้อสรุป</p>	

ตารางผนวกที่ 16 บันทึกสะท้อนความคิดของครูจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การ
ลำเลียงน้ำและอาหารของพืชตามการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

กิจกรรมที่ใช้	ผลการใช้กิจกรรม / แนวทางการแก้ไข และสิ่งที่ได้เรียนรู้
<p>ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ</p> <p>กิจกรรมที่ใช้ ครูให้นักเรียนร่วมกันเล่นเกม โดยผู้วิจัยนำชิ้นส่วนภาพจิกซอร์ โครงสร้างของพืชที่มีขนาดใหญ่ 1 ชิ้น ติดที่กระดาน หน้าห้อง มาให้นักเรียนสังเกตจากนั้นให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นอภิปรายร่วมกัน</p>	<p>ผลการใช้กิจกรรม นักเรียนให้ความสนใจและสนุกสนานในการร่วมกันทายภาพจิกซอร์ จนได้ภาพเต็มสมบูรณ์ (ซึ่งกว่าจะทายถูกนักเรียนจะทายไปถึงสิ่งต่างๆมากมาย ทั้งสิ่งของเครื่องใช้ และสัตว์)</p> <p>แนวทางการแก้ไข ครูชี้แนะเรื่องที่เรียนในกิจกรรมการเรียนรู้นี้เป็นเรื่องเกี่ยวกับอะไร นักเรียนจึงสามารถทายภาพที่อยู่ในกรอบของเรื่องการลำเลียงน้ำและอาหารของพืชได้</p>
<p>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้</p> <p>- ทักษะการสังเกต</p>	<p>สิ่งที่ได้เรียนรู้ เมื่อใช้เกมทายจิกซอร์ นักเรียนมีความสนใจกระตือรือร้นมากขึ้นทั้งกลุ่มนักเรียนที่เรียนอ่อน กลาง และเก่ง มีการปฏิสัมพันธ์ในเชิงบวกเกิดขึ้น</p>
<p>ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา</p> <p>กิจกรรมที่ใช้ ครูชักชวนให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบของนักเรียนว่าถูกต้องหรือไม่ อย่างไม่ด้วยการทำกิจกรรมที่ 7 เรื่องการควบแน่นของรากและการลำเลียงน้ำของลำต้น ซึ่งก่อนทำกิจกรรม ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีการทำกิจกรรมจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน และอภิปรายสิ่งที่นักเรียนควรรู้ก่อนทำกิจกรรม</p>	<p>ผลการใช้กิจกรรม นักเรียนบางกลุ่มมีการนำต้นพืชที่ใช้ในการทดลองเตรียมด้วยและต้องการเลือกใช้ของตนเอง และนักเรียนมีความตั้งใจในการปฏิบัติกิจกรรมอย่างตั้งใจ ใฝ่ติดตามการสังเกต และมีการกระตุ้นเพื่อนในกลุ่มให้เห็นการเปลี่ยนแปลงอย่างดีใจ เมื่อจบขั้นตอนการทดลองนักเรียนตอบคำถามการทำกิจกรรมได้ถูกต้อง</p> <p>แนวทางการแก้ไข -</p>
<p>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้</p> <p>1. ทักษะการสังเกต</p> <p>2. ทักษะการทดลอง</p>	<p>สิ่งที่ได้เรียนรู้ ครูควรให้โอกาสนักเรียนในการเตรียมสื่อหรือสิ่งที่ใช้ในการทดลองที่หาได้ง่ายมาใช้ประกอบการเรียนได้ แต่ต้องให้นักเรียนบอกครูด้วยเช่นกัน</p>

ตารางผนวกที่ 16 (ต่อ)

กิจกรรมที่ใช้	ผลการใช้กิจกรรม / แนวทางการแก้ไข และสิ่งที่ได้เรียนรู้
3. ทักษะการลงความเห็น 4. ทักษะการพยากรณ์ 5. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย ข้อมูล	
ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป กิจกรรมที่ใช้ ครูให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองก่อนการอภิปราย จากนั้นครูให้ตัวแทนนักเรียนจับฉลากเพื่อให้ทราบว่ากลุ่มใดจะได้อภิปรายนำเสนอ ก่อนแต่ต้องไม่ใช่ให้นักเรียนคนเดียวกับที่เคยแล้ว ให้เลือกนักเรียนที่ยังไม่เคยอภิปรายเลย จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามท้ายกิจกรรม	ผลการใช้กิจกรรม นักเรียนในแต่ละกลุ่มจะมีการช่วยเหลือกันในการเตรียมตัวก่อนออกนำเสนอผลการทดลองเพราะในกิจกรรมวันนี้จะเหลือแต่นักเรียนที่เรียนอ่อน เป็นนักเรียนที่ไม่ค่อยกล้าแสดงออก ดังนั้นนักเรียนทุกคนในกลุ่มจึงต้องให้กำลังใจเพื่อนของตนเองและนักเรียนที่มีหน้าที่อภิปรายนำเสนอมีความตั้งใจมากกว่าพูดและเสียงดังฟังชัด แต่ต้องให้มีเพื่อนในกลุ่มออกไปยืนข้างๆ เพื่อสร้างความมั่นใจ
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ 1. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 2. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย ข้อมูล	แนวทางการแก้ไข ครูใช้เวลาเตรียมความพร้อมก่อนนำเสนอ 10 นาที โดยให้ทุกคนในกลุ่มช่วยเพื่อนตัวแทนกลุ่ม สิ่งที่ได้เรียนรู้ ครูควรใส่ใจเกี่ยวกับการช่วยพัฒนาแก่นักเรียนที่มีการพัฒนาทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ควรเน้นให้นักเรียนมีการพัฒนาแบบค่อยเป็นค่อยไป
ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ กิจกรรมที่ใช้ ครูให้นักเรียนศึกษาใบความรู้เพิ่มเติมที่ 3 เรื่องการลำเลียงน้ำและอาหารของพืช	ผลการใช้กิจกรรม นักเรียนให้ความสนใจและตั้งใจอ่านใบความรู้จนทำความเข้าใจได้ดี แต่นักเรียนบางคนที่ยังวิเคราะห์โจทย์คำถามจากใบความรู้ไม่ถูกต้องซึ่งจะเป็นนักเรียนในกลุ่มอ่อนทั้งสิ้น

ตารางผนวกที่ 16 (ต่อ)

กิจกรรมที่ใช้	ผลการใช้กิจกรรม / แนวทางการแก้ไข และสิ่งที่ได้เรียนรู้
<p>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้</p> <p>1. ทักษะการสังเกต</p> <p>2. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป</p>	<p>แนวทางการแก้ไข ครูให้เพื่อนที่เรียนอยู่ในกลุ่มเก่งและปานกลาง ช่วยกระตุ้นชี้แนะนักเรียนในกลุ่มอ่อน ตามทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม</p> <p>สิ่งที่ได้เรียนรู้ ครูควรปรับรูปแบบกิจกรรม เพื่อให้ให้นักเรียนที่เรียนอ่อนสามารถทำกิจกรรมได้ด้วยตนเอง</p>
<p>ขั้นที่ 5 ประเมิน</p> <p>กิจกรรมที่ใช้ ครูให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันว่าวันนี้นักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้างและหลังจากนั้นให้นักเรียนที่สามารถนำความรู้จากเรื่องที่เรียนไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร โดยให้นักเรียนที่นำเสนออภิปรายก่อนหน้านี้เป็นคนอภิปรายอีกครั้ง เพื่อให้ นักเรียน ได้ฝึกการพูดและกล้าแสดงออก จากนั้นสนทนาซักถามว่านักเรียนเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อะไรบ้าง</p>	<p>ผลการใช้กิจกรรม นักเรียนในกลุ่มให้ความร่วมมือกันเป็นอย่างดี นักเรียนที่เรียนเก่งจะใจเย็นมากขึ้น ไม่เร่งเพื่อนที่เรียนอ่อน แต่จะช่วยเพื่อนในการบอกเพื่อให้เพื่อนพูดตามอย่างเป็นลำดับขั้นตอน ทำให้เพื่อนที่เรียนอ่อนมีความเต็มใจมากขึ้นและดูกระตือรือร้นมากขึ้นเช่นกัน</p> <p>แนวทางการแก้ไข -</p> <p>สิ่งที่ได้เรียนรู้ ครูควรให้โอกาสนักเรียนที่เรียนอ่อนหรือนักเรียนที่ไม่ค่อยกล้าแสดงออกมากขึ้น โดยให้เพื่อนภายในกลุ่มช่วยเหลือกัน</p>
<p>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้</p> <p>- ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป</p>	

ตารางผนวกที่ 17 บันทึกสะท้อนความคิดของครูจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การ
ลำเลียงน้ำและแร่ธาตุของพืช ตามการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

กิจกรรมที่ใช้	ผลการใช้กิจกรรม / แนวทางการแก้ไข และสิ่งที่ได้เรียนรู้
<p>ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ</p> <p>กิจกรรมที่ใช้ ครูนำก้านดอกกุหลาบที่มีสีเขียวย และสีน้ำเงินมาให้ให้นักเรียนสังเกต จากนั้นครูถามคำถามกระตุ้นความสนใจของนักเรียน เพื่อนำนักเรียนสู่การเรื่องการลำเลียงของพืช จากนั้นครูเขียนสรุปคำตอบของนักเรียนไว้บนกระดาน เพื่อนำไปใช้ในการเปรียบเทียบความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ในชั้นอธิบายและลงข้อสรุป และหลังจากนั้นครูซักชวนนักเรียนตรวจสอบโดยการทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนสีของดอกกุหลาบ</p>	<p>ผลการใช้กิจกรรม นักเรียนตื่นตัวต่อลักษณะสีของดอกกุหลาบที่ไม่เป็นไปตามธรรมชาติหรือที่เคยพบเห็น นักเรียนแต่ละคนต่างแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมถึงสาเหตุที่ทำให้ดอกกุหลาบมีสีเขียวย และน้ำเงิน</p> <p>แนวทางการแก้ไข -</p> <p>สิ่งที่ได้เรียนรู้ นักเรียนให้ความสนใจกับสื่อที่ใช้เป็นอย่างมากและต้องการที่จะศึกษาทดลองเร็วมากขึ้น</p>
<p>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการลงความเห็นข้อมูล 	
<p>ขั้นที่ 2 ดำรงและค้นหา</p> <p>กิจกรรมที่ใช้ ครูซักชวนให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบของนักเรียนว่าถูกต้องหรือไม่อย่างไร ด้วยการทำกิจกรรมที่ 8 เรื่องการดูดน้ำของรากและการลำเลียงน้ำของลำต้น(2) ซึ่งก่อนทำกิจกรรม ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีการทำกิจกรรมจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน และอภิปรายสิ่งที่นักเรียนควรรู้ก่อนทำกิจกรรม</p>	<p>ผลการใช้กิจกรรม นักเรียนขมมือในการขอตอบคำถามก่อนทำกิจกรรมเป็นรายข้ออย่างตั้งใจ และคำตอบที่ได้เป็นคำตอบที่เหตุมีผลมากขึ้น และลงมือปฏิบัติกิจกรรมได้ถูกต้อง และมีความตั้งใจ ซึ่งกิจกรรมการทดลองนี้ นักเรียนจะต้องเฝ้าคอยสังเกตติดตามผลเป็นระยะ</p> <p>แนวทางการแก้ไข -</p>

ตารางผนวกที่ 17 (ต่อ)

กิจกรรมที่ใช้	ผลการใช้กิจกรรม / แนวทางการแก้ไข และสิ่งที่ได้เรียนรู้
<p>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 2. ทักษะการทดลอง 3. ทักษะการสังเกต 4. ทักษะการวัด 	<p>สิ่งที่ได้เรียนรู้ นักเรียนให้ความสนใจกับสื่อที่นำมาเป็นตัวอย่างให้นักเรียนสังเกต จึงเป็นผลให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นต่อการสำรวจตรวจค้นมากขึ้น</p>
<p>ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป</p> <p>กิจกรรมที่ใช้ ครูให้นักเรียนภายในกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ผลและสรุปผลการปฏิบัติกิจกรรม โดยครูแจกกระดาษกระดาษเทาขาวขนาดใหญ่ให้นักเรียนช่วยกันนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลผ่านกระดาษเทาขาว จากนั้นตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียนพร้อมกับคิดผลงานของกลุ่มที่ผนังห้องจนครบทุกกลุ่ม และให้นักเรียนประเมินด้วยสายตาว่ากลุ่มใดมีความสร้างสรรค์ในการนำเสนอมากที่สุด โดยยกเว้นกลุ่มตนเอง</p>	<p>ผลการใช้กิจกรรม นักเรียนในแต่ละกลุ่มมีการช่วยกันมีการแบ่งหน้าที่ในการวาด การเขียนอธิบายในแผ่นกระดาษ การระบายสีให้สวยงามด้วยความตั้งใจ เมื่อนำผลงานที่สร้างขึ้นไปเสนอหน้าชั้นเรียนเพื่อนักเรียนทุกคนจะให้ความสนใจกับผลงานของแต่ละกลุ่ม และลงความเห็นได้ตรงกันในการเลือกผลงานของกลุ่มเพื่อนที่ดีที่สุด ทำให้กลุ่มเพื่อนที่ได้รับการคัดเลือกดีใจ และกล่าวขอบใจเพื่อนๆทุกคน</p> <p>แนวทางการแก้ไข ครูให้เวลาเตรียมความพร้อมก่อนนำเสนอ 30 นาที เพื่อให้ได้ผลงานที่ดีที่สุดของแต่ละกลุ่ม</p>
<p>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 2. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 	<p>สิ่งที่ได้เรียนรู้ การจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมช่วยเหลือกันภายในเวลาที่กำหนด ทำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของกิจกรรมกลุ่มและผลงานมากขึ้นทำให้ผลงานของนักเรียนออกมาดูดี และครูควรตีความที่นักเรียนทำเสร็จแล้วไว้ที่ผนังห้องนั้นไปก่อนเพื่อให้นักเรียนเกิดความภูมิใจทุกครั้งที่เห็นผลงานของกลุ่มตัวเอง</p>

ตารางผนวกที่ 17 (ต่อ)

กิจกรรมที่ใช้	ผลการใช้กิจกรรม / แนวทางการแก้ไข และสิ่งที่ได้เรียนรู้
<p>ขั้นที่ 4 ขยายความรู้</p> <p>กิจกรรมที่ใช้ ครูขยายความรู้เพิ่มเติมเรื่อง การลำเลียงน้ำและธาตุอาหารของพืช โดยใช้การนำเสนอ Power Point และให้ตอบคำถามควบคู่กับการฟังครูบรรยาย</p>	<p>ผลการใช้กิจกรรม นักเรียนให้ความสนใจสื่อความรู้ Power Point เมื่อศึกษาจาก Power Point เรียบร้อยแล้ว นักเรียนสามารถตอบคำถามจากใบงานที่ใช้ประกอบได้ด้วยความเข้าใจ</p> <p>แนวทางการแก้ไข -</p>
<p>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 	<p>สิ่งที่ได้เรียนรู้ สื่อ Power Point ที่ใช้นักเรียนให้ความสนใจมากและอยากทำเป็นเหมือนที่ครูทำให้นักเรียนดู</p>
<p>ขั้นที่ 5 ประเมิน</p> <p>กิจกรรมที่ใช้ ครูประเมินความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยการให้นักเรียนนักเรียนเขียนสิ่งที่ได้เรียนรู้จากกิจกรรมในวันนี้และสามารถนำไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง โดยครูให้นักเรียนทุกคนเขียนใส่กระดาษที่ครูเตรียมให้แผ่นเล็กๆ และนำคำตอบของนักเรียนมาแปะติดกับแผ่นฟิวเจอร์บอร์ดในลักษณะหัวข้อที่ครูกำหนดอยู่ตรงและให้สิ่งที่เรียนเขียนอยู่บริเวณรอบๆ จนได้ข้อมูลของนักเรียนทุกคนที่หลากหลาย</p>	<p>ผลการใช้กิจกรรม นักเรียนทุกคนตั้งใจเขียนสิ่งที่ได้เรียนรู้และประโยชน์ที่จะนำไป และตกแต่งเพื่อความสวยงาม</p> <p>แนวทางการแก้ไข -</p> <p>สิ่งที่ได้เรียนรู้ การให้ความสำคัญกับความคิดของนักเรียนทุกคนทำให้นักเรียนตั้งใจเมื่อเห็นผลงานของตนเองรวบรวมไว้กับของเพื่อนๆ</p>
<p>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้</p> <ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 	

ตารางผนวกที่ 18 บันทึกสะท้อนความคิดของครูจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง การคายน้ำของพืช ตามการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

กิจกรรมที่ใช้	ผลการใช้กิจกรรม/แนวทางการแก้ไข และสิ่งที่ได้เรียนรู้
<p>ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ</p> <p>กิจกรรมที่ใช้ ครูนำบีกเกอร์ที่ใส่น้ำให้เต็มจนล้น จากนั้นครูให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น เพื่อให้ทราบว่ามีปริมาณน้ำในลำต้นมากเกินไปเหมือนกับน้ำที่ล้นออกจากบีกเกอร์ จะส่งผลอย่างไรกับพืชบ้าง จากนั้นครูสำรวจความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับการคายน้ำของพืช เขียนคำตอบลงในกระดาษจากนั้นนำอภิปราย โดยมีแนวคำถามที่แสดงถึงรูปแบบของน้ำที่ถูกกำจัดออกจากต้นพืช และครูเขียนผลการแสดงความคิดเห็นของนักเรียนบนกระดาน</p>	<p>ผลการใช้กิจกรรม นักเรียนให้ความสนใจกับการสังเกตน้ำที่ล้นจากบีกเกอร์ และอภิปรายร่วมกัน อภิปรายเป็นกลุ่ม ถึงประเด็นที่จะเกิดกับพืชเมื่อพืชได้รับน้ำมากเกินไป ด้วยความตั้งใจ</p> <p>แนวทางการแก้ไข -</p> <p>สิ่งที่ได้เรียนรู้ การที่ครูสร้างสถานการณ์ให้นักเรียนเห็น แล้วทิ้งประเด็นให้นักเรียนได้คิด ซึ่งส่งผลให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการในการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่มมากขึ้น</p>
<p>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการลงความเห็นข้อมูล 3. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 	
<p>ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา</p> <p>กิจกรรมที่ใช้ ครูชักชวนให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบการคายน้ำของพืช ด้วยการทำกิจกรรมที่ 9 เรื่องการคายน้ำของพืชและพานักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีการทำกิจกรรมจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน โดยการตอบคำถามก่อนทำกิจกรรม</p>	<p>ผลการใช้กิจกรรม นักเรียนทุกคนมีความตั้งใจในการปฏิบัติกิจกรรมคอยติดตามสังเกตการเปลี่ยนแปลงของผลการทดลองอย่างเป็นระยะๆ จากนั้นนักเรียนภายในกลุ่มจะช่วยกันตอบคำถามการทำกิจกรรม ได้คำตอบที่ถูกต้อง</p> <p>แนวทางการแก้ไข -</p>

ตารางผนวกที่ 18 (ต่อ)

กิจกรรมที่ใช้	ผลการใช้กิจกรรม / แนวทางการแก้ไข และสิ่งที่ได้เรียนรู้
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ 1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการทดลอง 3. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 4. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 5. ทักษะการตั้งสมมติฐาน 6. ทักษะการพยากรณ์	สิ่งที่ได้เรียนรู้ นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านกระบวนการทดลองโดยที่ครูไม่ต้องคอยให้การอธิบายทุกขั้นตอน นักเรียนรู้จักการวางแผนการทำงานเพิ่มมากขึ้นเพื่อสำรวจ ค้นหาคำตอบของแต่ละกลุ่ม
ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป กิจกรรมที่ใช้ ครูให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมที่ 9 พร้อมทั้งตอบคำถามหลังการทดลองหน้าชั้นเรียน	ผลการใช้กิจกรรม ตัวแทนนักเรียนที่ออกมานำเสนอข้อมูลหน้าชั้นเรียน มีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจได้ง่ายและน่าสนใจมากขึ้น โดยการทำให้นักเรียนวาดภาพพร้อมกับตกแต่งลักษณะผลการทดลองที่เกิดขึ้น
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ 1. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 2. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล	แนวทางการแก้ไข - สิ่งที่ได้เรียนรู้ ครูควรให้โอกาสนักเรียนที่เป็นสมาชิกในกลุ่มได้ช่วยเพื่อนที่เป็นตัวแทนกลุ่มในการนำเสนออภิปราย เมื่อเกิดข้อผิดพลาดขึ้นระหว่างการนำเสนอและกล่าวคำชมเชยให้กำลังใจนักเรียน
ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ กิจกรรมที่ใช้ ครูเปิดวิดีโอทัศน์เกี่ยวกับกลไกการคายน้ำของพืช ให้นักเรียนทำการศึกษา (2 รอบ) และให้นักเรียนตอบคำถามลงในใบงาน	ผลการใช้กิจกรรม นักเรียนตั้งใจดูวิดีโอทัศน์ที่ครูเปิดให้ดู และตอบคำถามจากการศึกษาข้อมูลผ่านวิดีโอทัศน์ได้อย่างเข้าใจ
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ 1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป	แนวทางการแก้ไข - สิ่งที่ได้เรียนรู้ สื่อวิดีโอทัศน์ที่ใช้ประกอบการสอน ทำให้นักเรียนเกิดความรู้และความเข้าใจมากขึ้น

ตารางผนวกที่ 18 (ต่อ)

กิจกรรมที่ใช้	ผลการใช้กิจกรรม / แนวทางการแก้ไข และสิ่งที่ได้เรียนรู้
<p>ชั้นที่ 5 ประเมิน</p> <p>กิจกรรมที่ใช้ ครูประเมินความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยการให้นักเรียนนักเรียนเขียนสิ่งที่ได้เรียนรู้จากกิจกรรมในวันนี้ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง โดยครูให้นักเรียนจับคู่กันภายในกลุ่มเขียนใส่กระดาษที่ครูเตรียมให้แผ่นเล็กๆ และนำคำตอบของนักเรียนมาแปะติดกับแผ่นฟิวเจอร์บอร์ด ในลักษณะหัวข้อที่ครูกำหนดอยู่ตรงและให้สิ่งที่เรียนเขียนอยู่บริเวณรอบๆ จนได้ข้อมูลของนักเรียนแต่ละคู่ที่หลากหลาย</p>	<p>ผลการใช้กิจกรรม เมื่อนักเรียนมีการจับคู่กันในการเขียนสิ่งที่ได้เรียนรู้จากกิจกรรมในวันนี้ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์จะให้ความร่วมมือกันช่วยกันคิดและช่วยกันตกแต่งให้สวยงาม</p> <p>แนวทางการแก้ไข –</p> <p>สิ่งที่ได้เรียนรู้ การให้นักเรียนได้จับคู่ช่วยกันคิดทำให้นักเรียนเกิดการทบทวนกิจกรรมการเรียน ได้ดีขึ้น</p>
<p>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้</p> <p>- ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล</p>	

ตารางผนวกที่ 19 บันทึกสะท้อนความคิดของครูจากการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง การ
ตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช ตามการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

กิจกรรมที่ใช้	ผลการใช้กิจกรรม / แนวทางการแก้ไข และสิ่งที่ได้เรียนรู้
<p>ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ</p> <p>กิจกรรมที่ใช้ ครูนำภาพที่มีคำบรรยายเกี่ยวกับการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืชให้นักเรียนสังเกตและนำอภิปรายเพื่อให้เห็นว่า พืชมีการตอบสนองต่อแสง</p> <p>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการพยากรณ์ 3. ทักษะการลงความเห็นข้อมูล 	<p>ผลการใช้กิจกรรม นักเรียนทุกคนให้ความสนใจและร่วมแสดงความคิดเห็น เมื่อสังเกตจากภาพที่ครูให้นักเรียนดู และอธิบายโดยใช้เหตุผลที่ดี</p> <p>แนวทางการแก้ไข -</p> <p>สิ่งที่ได้เรียนรู้ ภาพที่ใช้ประกอบการสอนนักเรียนให้ ความสนใจและมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น</p>
<p>ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา</p> <p>กิจกรรมที่ใช้ ครูซักชวนให้นักเรียนค้นหา คำตอบของคำถาม ด้วยการทำกิจกรรมที่ 10 และ 11 เรื่อง การตอบสนองต่อแสงของพืช จากนั้นครูให้นักเรียนอ่านวิธีทำกิจกรรมจากใบกิจกรรม และร่วมกันอภิปรายวิธีการทำกิจกรรมจนเกิดความเข้าใจที่ตรงกัน และให้นักเรียนเขียนตอบคำถามก่อนทำกิจกรรม</p> <p>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ทักษะการทดลอง 2. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 3. ทักษะการพยากรณ์ 4. ทักษะการตั้งสมมติฐาน 5. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 4. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 	<p>ผลการใช้กิจกรรม นักเรียนมีความตั้งใจและให้ความร่วมมือกับการปฏิบัติกิจกรรม เมื่อนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมเสร็จแล้วทุกคนจะตื่นเต้นกับผลการทดลองที่ออกมาคือ การสังเกตเห็นต้นถั่วโน้มเอนอย่างมาก ภายในเวลาไม่นานนัก และเมื่อนักเรียนได้สัมผัสกับต้นไมยราบนักเรียนตื่นเต้นมากที่ได้ศึกษาจากพืชของจริง จากนั้นในแต่ละกลุ่มจะช่วยกันแสดงความคิดเห็นได้อย่างมีเหตุผลในการเขียนตอบคำถาม</p> <p>แนวทางการแก้ไข -</p> <p>สิ่งที่ได้เรียนรู้ การใช้สื่อของจริงที่นักเรียนสัมผัสได้ และเห็นการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วทำให้นักเรียน สนุกสนานกับกิจกรรมและมีความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น</p>

ตารางผนวกที่ 19 (ต่อ)

กิจกรรมที่ใช้	ผลการใช้กิจกรรม / แนวทางการแก้ไข และสิ่งที่ได้เรียนรู้
<p>ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป</p> <p>กิจกรรมที่ใช้ ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันวิเคราะห์และสรุปผลการปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง จากนั้นให้ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมที่ 10 และ 11 พร้อมทั้งตอบคำถามหลังการทดลองหน้าชั้นเรียน</p>	<p>ผลการใช้กิจกรรม นักเรียนแต่ละกลุ่มให้ความร่วมมือกับการวิเคราะห์ และสรุปผลอย่างตั้งใจและช่วยกันรวบรวมประเด็นที่แต่ละคนคิดได้เขียนแสดงเป็น Mind Map ของกลุ่มตนเอง และนำผลงานที่ไปใช้ประกอบการอภิปรายนำเสนอข้อมูลหน้าชั้นเรียน มีการนำเสนอข้อมูลได้อย่างเป็นที่น่าสนใจของเพื่อนๆ</p>
<p>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 3. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล 4. ทักษะการพยากรณ์ 	<p>แนวทางการแก้ไข -</p> <p>สิ่งที่ได้เรียนรู้ ครูควรให้โอกาสนักเรียนได้มีส่วนร่วมในการนำเสนอข้อมูล เป็นการทำให้นักเรียนได้ฝึกการอธิบายและการฝึกลงข้อสรุป</p>
<p>ขั้นที่ 4 ขยายความรู้</p> <p>กิจกรรมที่ใช้ ครูเชื่อมโยงเข้าสู่การขยายความรู้ด้วยคำถาม “นอกจากแสง และการสัมผัสพืชมีการตอบสนองอื่นอีกหรือไม่อย่างไร” เพื่อให้ให้นักเรียนได้ศึกษาความรู้เพิ่มเติม จากวีดิทัศน์เรื่องพืชมีการตอบสนองต่อการสัมผัสโดยเสียงและพร้อมับตอบคำถามท้ายการศึกษาจาก สื่อวีดิทัศน์</p>	<p>ผลการใช้กิจกรรม นักเรียนตั้งใจศึกษาวีดิทัศน์ที่ครูเปิดให้นักเรียนดู และมีการแสดงความคิดเห็นการแลกเปลี่ยนกันระหว่างครูและเพื่อน ก่อนการตอบคำถามท้ายกิจกรรมการศึกษาได้อย่างมีเหตุผลในการตอบ</p>
<p>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ทักษะการสังเกต 2. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป 	<p>แนวทางการแก้ปัญหา -</p> <p>สิ่งที่ได้เรียนรู้ สื่อวีดิทัศน์ที่ใช้ประกอบการขยายความรู้ของนักเรียน นักเรียนให้ความสนใจ และตั้งใจในการศึกษาทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาจากการเรียนมากยิ่งขึ้นนักเรียนนำความรู้ที่ได้เรียนมาเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน</p>

ตารางผนวกที่ 19 (ต่อ)

กิจกรรมที่ใช้	ผลการใช้กิจกรรม / แนวทางการแก้ไข และสิ่งที่ได้เรียนรู้
<p>ขั้นที่ 5 ประเมิน</p> <p>กิจกรรมที่ใช้ ครูประเมินความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยการให้นักเรียนนักเรียนเขียนสิ่งที่ได้เรียนรู้จากกิจกรรมในวันนี้และสามารถนำไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง โดยครูให้นักเรียนทุกคนภายในกลุ่มเขียนใส่กระดาษที่ครูเตรียมให้แผ่นเล็กๆ และนำคำตอบของนักเรียนมาแปะติดกับสมุดภาพ เรื่องการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช</p> <p>ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้</p> <ul style="list-style-type: none"> - ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมาย <p>ข้อมูล</p>	<p>ผลการใช้กิจกรรม นักเรียนทุกคนให้ความสนใจและให้ความร่วมมือกับกิจกรรม มีการช่วยเพื่อนคิดเมื่อเพื่อนในกลุ่มยังคิดไม่ออกจนทุกคนในกลุ่มทำเสร็จเรียบร้อย จนสามารถนำผลงานของตนเองไปติดกับสมุดภาพได้อย่างสวยงาม</p> <p>แนวทางการแก้ไข -</p> <p>สิ่งที่ได้เรียนรู้ เมื่อนักเรียนผ่านการเรียนรู้รูปแบบเดิมๆ และหลากหลาย แปลกใหม่ทำให้นักเรียนมีการพัฒนาทางการเรียนที่ดีขึ้น</p>

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ – นามสกุล	นางสาวเสาวนีย์ เกิดด้วง
วัน เดือน ปี ที่เกิด	6 ธันวาคม 2523
สถานที่เกิด	จังหวัดกำแพงเพชร
ประวัติการศึกษา	ครุศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) สถาบันราชภัฏกำแพงเพชร
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ครูผู้ช่วย กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษาปทุมธานีเขต 2

