ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้ เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

โดย

นางสาวอุษณีย์ เตรียมเชิดติวงศ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาการเรียนรู้และนวัตกรรมการศึกษา
คณะวิทยาการเรียนรู้และศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2563

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

Ref. code: 25635919030063XHM

ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้ เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

โดย

นางสาวอุษณีย์ เตรียมเชิดติวงศ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาการเรียนรู้และนวัตกรรมการศึกษา
คณะวิทยาการเรียนรู้และศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2563

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

Ref. code: 25635919030063XHM

EFFECTS OF CONSTRUCTIVIST INSTRUCTION ON PRIMARY SCHOOL STUDENT'S SCIENTIFIC CONCEPTS AND ATTITUDES TOWARD THEIR EXPERIENCES OF LEARNING ABOUT PHOTOSYNTHESIS

BY

MISS USANEE TRIAMCHOEDTIWONG

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF EDUCATION
IN LEARNING SCIENCES AND EDUCATIONAL INNOVATION
FACULTY OF LEARNING SCIENCES AND EDUCATION
THAMMASAT UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR 2020

COPYRIGHT OF THAMMASAT UNIVERSITY

Ref. code: 25635919030063XHM

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

คณะวิทยาการเรียนรู้และศึกษาศาสตร์

วิทยานิพนธ์

ของ

นางสาวอุษณีย์ เตรียมเชิดติวงศ์

เรื่อง

ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้ เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติ ให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต

เมื่อ วันที่ 21 กรกฎาคม พ.ศ. 2564

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ _____

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์)

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก Saranwit P. _____

(อาจารย์ ดร.ศรัณวิชญ์ พรหมสาขา ณ สกลนคร)

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม _____

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรวิทย์ อัสสพันธุ์)

คณบดี _____

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนุชาติ พวงสำลี)

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้ เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา
ชื่อผู้เขียน	นางสาวอุษณีย์ เตรียมเชิดติวงศ์
ชื่อปริญญา	ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา/คณะ/มหาวิทยาลัย	วิทยาการเรียนรู้และนวัตกรรมการศึกษา วิทยาการเรียนรู้และศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ดร.ศรัณวิชญ์ พรหมสาขา ณ สกลนคร
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรวิทย์ อัสสพันธุ์
ปีการศึกษา	2563

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มุ่งศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้ เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา ซึ่งเนื้อหาเรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 นั้น มีความยาก ซับซ้อน และเป็นนามธรรม ทำให้นักเรียนมักขาดมโนทัศน์ที่ถูกต้อง หรือมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ซึ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เป็นการทำให้ผู้เรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง บนพื้นฐานของความเชื่อว่าผู้เรียนทุกคนมีปัญญาสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งเมื่อผู้เรียนได้รับประสบการณ์หรือสถานการณ์ใหม่เข้ามากระตุ้นให้ผู้เรียนได้นำไปเปรียบเทียบกับความรู้ที่ตนมีอยู่ นั่นคือการตรวจสอบความรู้เดิมของตนเองกับสถานการณ์ที่ได้รับ เมื่อตรวจสอบแล้วสถานการณ์นั้นเหมือนกับสิ่งที่เคยรับรู้ก็จะดูดซึม (Assimilation) เก็บไว้ แต่ถ้าหากสถานการณ์นั้นไม่ตรงกับความรู้เดิมบางส่วนหรือทั้งหมดก็จะนำไปสู่การเกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive conflict) ก่อให้เกิดความไม่สมดุลทางความคิด (Disequilibrium) ดังนั้นผู้เรียนจะมีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) นำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ใหม่หรือเกิดการเรียนรู้ (Schema) นั่นเอง แต่ถ้าหากผู้เรียนยังไม่สามารถข้ามผ่านบททดสอบหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ ก็จะมีครูหรือผู้รู้ทำหน้าที่เป็นโค้ชคอยให้ความช่วยเหลือ (Scaffolding) เพื่อให้ผู้เรียนก้าวข้ามผ่านโซนแห่งพัฒนาการ หรือขอบเขตที่ผู้เรียนจะสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

Ref. code: 25635919030063XHM

(Zone of proximal development) ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษาภายใต้คำถามการวิจัย คือ 1) ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist instruction) จะมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นหรือไม่ 2) ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist instruction) จะมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นมากกว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) (The 5E's of Inquiry-based learning) หรือไม่ และ 3) ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงจะมีเจตคติต่อประสบการณ์เรียนรู้อย่างไร

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed methods research) โดยอาศัยระเบียบวิธีวิจัยเชิงปริมาณ และระเบียบวิจัยเชิงคุณภาพ โดยศึกษาวิจัยเชิงปริมาณผ่านการเก็บข้อมูลจากแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มนักเรียนที่เรียนรู้ผ่านรูปแบบการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์กับกลุ่มนักเรียนที่เรียนรู้ผ่านการสอนแบบทั่วไป โดยคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร จำนวน 2 ห้องเรียน แบ่งเป็นห้องที่มีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) และห้องที่มีการปรับแผนการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งทำการทดลองและจัดเก็บข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าสถิติที (t-test dependent) และใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (Two-way ANOVA) อีกทั้งใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 15 คน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ แล้วนำมาวิเคราะห์ผลด้วยการวิเคราะห์แก่นสาระ (Thematic analysis)

ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่เรียนรู้ผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยก่อนเรียน 6.46 คะแนน และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 12.58 คะแนน ($t = 2.43$, p-value = .017) แสดงว่านักเรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. เมื่อเปรียบเทียบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์กับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) พบว่า นักเรียนที่เรียนรู้ผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ มีคะแนนเฉลี่ยของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน 12.58 คะแนน ส่วนนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) มีคะแนนเฉลี่ยของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน 9.22 คะแนน ($F = 8.870$, p-value = .004) แสดงว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Ref. code: 25635919030063XHM

3. ส่วนการวิเคราะห์แก่นสาระ (Thematic analysis) ผู้วิจัยใช้การถอดข้อความจากแถบเสียงบันทึกการสนทนาทั้งแบบกลุ่มและแบบรายบุคคลแบบคำต่อคำ หลังจากทำการสัมภาษณ์สามารถนำมาวิเคราะห์ข้อมูลได้ 2 ประเด็น ดังนี้

1) การจัดการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์ช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างความเข้าใจเชิงความคิดได้และสร้างการตระหนักรู้ถึงคุณค่าขององค์ความรู้เชิงรูปธรรม โดยนักเรียนสามารถสร้างกรอบแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์และสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง จากการการสะท้อนการเรียนรู้ของผู้เรียนที่สามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ที่เรียนกับสิ่งที่เกิดขึ้น มีการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์การเรียนรู้ และตระหนักถึงคุณค่าขององค์ความรู้ รวมทั้งเกิดความภาคภูมิใจในตนเอง

2) การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ช่วยให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะเป็นผู้เรียนแบบนำตนเอง (Self-directed learner) เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบนี้ ผู้เรียนต้องลงมือทำด้วยตนเอง ใช้การสังเกตจากเพื่อน รวมทั้งใช้การอภิปรายร่วมกันในห้องเรียน

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับผู้ที่ต้องการนำการวิจัยนี้ไปใช้ สำหรับครูผู้สอน ได้แก่ ครูผู้สอนต้องทำความเข้าใจในรูปแบบวิธีการสอน และลำดับขั้นการสอน เพื่อนำไปออกแบบกิจกรรมการสอน ต้องนำแผนการสอน และเครื่องมือวัดต่าง ๆ ไปทดลองใช้ก่อน เพื่อให้เห็นข้อผิดพลาดที่ต้องนำไปปรับปรุงแก้ไข นอกจากนั้นครูผู้สอนเองต้องมีทักษะต่าง ๆ เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าและต้องมีสติ เพื่อให้การจัดการเรียนรู้สามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพและก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อผู้เรียน

คำสำคัญ: คอนสตรัคติวิสต์, มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์, เจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้

Ref. code: 25635919030063XHM

Thesis Title	EFFECTS OF CONSTRUCTIVIST INSTRUCTION ON PRIMARY SCHOOL STUDENT'S SCIENTIFIC CONCEPTS AND ATTITUDES TOWARD THEIR EXPERIENCES OF LEARNING ABOUT PHOTOSYNTHESIS
Author	Miss Usanee Triamchoedtiwong
Degree	Master of Education
Major Field/Faculty/University	Learning Sciences and Educational Innovation Learning Sciences and Education Thammasat University
Thesis Advisor	Sarunwit Promsaka Na Sakonnakron, Ph.D.
Thesis Co-Advisor	Assistant Professor Surawit Assapun, Ph.D.
Academic Year	2020

ABSTRACT

This research studies the effects of constructivist instruction on primary school student's scientific concepts and attitudes toward their experiences of learning about photosynthesis. The photosynthesis is abstract and complicated for grade 4 students. With Thai's 5E's of Inquiry-based learning, students face with the difficulty in understanding, which to some extent causes the misconception. As the constructivist approach allow student experiences the world and reflect upon those experiences, they can build their own representations and incorporate new information into their pre-existing knowledge (schemas). The constructivism comprises of two distinct processes; "Assimilation" and "Accommodation". Assimilation is a process of taking new information and fitting it into an existing schema, while the Accommodation refers to a way in which students use newly acquired information to revise and develop an existing schema. Under the premise of constructivism, the students turn themselves as active leaners to build up the boundary of their knowledge based on what they have known, which is called "the Zone of Proximal Development".

Ref. code: 25635919030063XHM

The study comprises three research questions; 1) Do the students have better scientific concepts using constructivist instruction, and 2) How do the students using constructivist instruction and the 5E's of Inquiry-based learning compare in the scientific concepts, and 3) What is the student's attitudes toward their studies on constructivist instruction. Based on an experiential research approach, the study divided a sample group of the grade four students into two groups; a learning group upon the constructivist instruction and a group upon the 5E's of Thai Inquiry-based learning. The study was conducted in the second semester of 2019 academic year. The quantitative data were analyzed by using mean, standard deviation t-test dependent, Two-way ANOVA, while the data from semi-structured Interviews were analyzed by using Thematic analysis.

The results of this study can be categorized into three matters regarding the research questions.

1) The effect of constructivist instruction on student's scientific concepts, the pretest score was 6.46 and the posttest score was 12.58 ($t = 2.43$, p-value = .017). The student's scientific concept in the post-test was higher than that of in the pre-test, with statistical significance at .05 level.

2) After the experiment, a group of constructivist instruction has the score of scientific concepts (12.58 score) higher than a group of the 5E's of Inquiry-based learning (9.22 score) ($F = 8.870$, p-value = .004), with statistical significance at .05 level.

3) A group of constructivist instruction reflected two meaningful remarks; (1) The learners can build their knowledge by themselves (Schema) and awareness of the value of concrete knowledge, and (2) the instruction fosters them to characterize themselves as a self-directed learner, who leaners by doing, observing their friends, and constructing their conception of new knowledge through the classroom debates.

Keywords: Constructivist, Scientific Concepts, Attitudes toward Experiences of Learning

Ref. code: 25635919030063XHM

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความเมตตาให้คำปรึกษาและให้ความช่วยเหลือจาก ดร.ศรัณวิชญ์ พรหมสาขา ณ สกลนคร และ ผศ.ดร.สุรวิทย์ อัสสพันธุ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำด้วยความอดทน ขอบคุณที่ช่วยดึงศักยภาพ ขอบคุณที่ช่วยขัดช่วยเกลาจนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ ผศ.ดร.นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมอันเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ให้ถูกต้อง และสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ได้แก่ ผศ.ดร.ชลิดา จูงพันธ์ อาจารย์ประจำคณะวิทยาการเรียนรู้และศึกษาศาสตร์ ดร.หนึ่งฤทัย คณานนท์ อาจารย์ประจำโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ดร.วิไลวรรณ เทียนประนมกร รองผู้อำนวยการโรงเรียนแย้มจาดวิชชานุสรณ์ และอาจารย์ วราลักษณ์ ไชยรัตน์ หัวหน้าฝ่ายวิชาการ (ประถมศึกษา) โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย ที่กรุณาตรวจเครื่องมือในการวิจัยและให้คำแนะนำเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ ดร.ปารวัณ ไพจิตรรัตนะ อาจารย์ประจำสาขาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่กรุณาช่วยเหลือด้านสถิติการวิจัย

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์ประจำคณะวิทยาการเรียนรู้และศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ทุกท่านที่ช่วยประสิทธิ์ประสาทวิชา ให้คำแนะนำช่วยเหลือ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยให้ผู้วิจัยสามารถทำงานวิจัยฉบับนี้ได้สำเร็จ และคุณปชาบดี ปุ่มสีดา เจ้าหน้าที่ประจำคณะวิทยาการ-เรียนรู้และศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่ให้ความช่วยเหลือดูแลประสานงานเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณคณะผู้บริหาร เพื่อนครูทุกท่าน ไม่ว่าจะเป็น อาจารย์หฤทชญา เจริญธันวา อาจารย์ทิฆัมพร วงศ์สิทธิ์ อาจารย์กชกร เกียรติศรศรี และอาจารย์โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัยทุกท่าน รวมทั้งนักเรียนและผู้ปกครองที่คอยให้ความช่วยเหลือ สนับสนุนผู้วิจัยในทุกรูปแบบ

ขอขอบคุณเพื่อนพ้องน้องพี่นักศึกษาปริญญาโท คณะวิทยาการเรียนรู้และศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ที่ช่วยเป็นที่ปรึกษาในทุกข้อสงสัย คอยเป็นห่วงเป็นใย ให้กำลังใจ ให้การสนับสนุนด้านข้อมูลต่อผู้วิจัยเสมอมา

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณสุรพงศ์ เตรียมเชิดติวงศ์ ผอ.วิไลลักษณ์ เตรียมเชิดติวงศ์ บิดาและมารดา รวมทั้งคุณองอาจ วีระภักดี คุณสามีที่คอยให้กำลังใจ ช่วยเหลือ ช่วยแก้ไขทุกสารพัดปัญหาที่เข้ามา และอดทนรอคอยผลสำเร็จของผู้วิจัยอย่างดีเสมอมา

นางสาวอุษณีย์ เตรียมเชิดติวงศ์

Ref. code: 25635919030063XHM

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(1)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(4)
กิตติกรรมประกาศ	(6)
สารบัญตาราง	(11)
สารบัญภาพ	(14)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 คำถามวิจัย	6
1.3 วัตถุประสงค์การวิจัย	6
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	7
1.5 ขอบเขตการวิจัย	7
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ	9
1.7 กรอบแนวคิดในการวิจัย	12
1.8 สมมติฐานของการวิจัย	13
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม	14
2.1 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์	15
2.1.1 ความหมายและความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์	15
2.1.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์	16
2.1.2.1 กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา	17

Ref. code: 25635919030063XHM

2.1.2.2 กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม 17
2.1.3 หลักการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ 22
2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) 28
2.2.1 ความหมายและขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 28
2.2.2 ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 30
2.3 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ 33
2.3.1 ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ 33
2.3.2 มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของ เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง 35
2.3.3 แนวทางในการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ 38
2.3.3.1 แบบสัมภาษณ์ (Interview form) 38
2.3.3.2 แบบทดสอบชนิดเขียนตอบ (Open-ended test) 39
2.3.3.3 แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (Ordinary multiple-choice test) 39
2.3.3.4 แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 2 ระดับ (Two-tier multiple-choice test) 40
2.3.3.5 แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 3 ระดับ (Three-tier multiple-choice test) 40
2.3.3.6 แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ระดับ (Four-tier multiple-choice test) 40
2.3.4 การแปลความหมายของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ 44
2.3.4.1 การจัดกลุ่มมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็น 3 กลุ่ม 45
2.3.4.2 การจัดกลุ่มมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็น 4 กลุ่ม 45
2.3.4.3 การจัดกลุ่มมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็น 5 กลุ่ม 46
2.3.4.4 การจัดกลุ่มมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็น 6 กลุ่ม 47
2.4 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้ 49
2.4.1 ความหมายของเจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้ 49
2.4.1.1 ความหมายของเจตคติ 49
2.4.1.2 ความหมายของประสบการณ์ 52
2.4.1.3 ความหมายของการเรียนรู้ 52
2.4.2 การวัดเจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้ 54
2.4.3 การสัมภาษณ์ (Interview) 56

Ref. code: 25635919030063XHM

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 66

3.1 รูปแบบงานวิจัย 66
3.2 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 68
3.2.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย 68
3.2.2 กลุ่มตัวอย่าง 68
3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 70
3.3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 71
3.3.1.1 แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง 71
3.3.1.2 แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างใช้ศึกษาเจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้ต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ 78
3.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง 81
3.3.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ 81
3.3.2.2 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) 82
3.4 การดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล 87
3.4.1 ขั้นเตรียมนักเรียนก่อนดำเนินการสอน 87
3.4.2 ขั้นดำเนินการทดลอง 87
3.4.3 ขั้นดำเนินการหลังการทดลอง 88
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล 90

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 91

4.1 ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง 91
4.2 วิเคราะห์ข้อมูลจำแนกตามคำถามการวิจัย 96

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 116

5.1 สรุปผลการวิจัย 116
5.2 อภิปรายผลการวิจัย 118
5.2.1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ 118

Ref. code: 25635919030063XHM

5.2.2 การเตรียมผู้เรียน 119
5.2.3 สิ่งที่ครูผู้สอนควรมีในการจัดการเรียนรู้ 121
5.3 ข้อจำกัดของงานวิจัย 123
5.4 ข้อเสนอแนะ 123
5.4.1 การเลือกกลุ่มตัวอย่าง 124
5.4.2 บทบาทของครูผู้สอน 124
5.4.3 การออกแบบและการจัดการเรียนรู้ 126
5.4.4 การเตรียมความพร้อมของผู้เรียน 126
5.4.5 การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ไปพัฒนาทักษะในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ 127

รายการอ้างอิง 128

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ 143
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง 144
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล 217
ภาคผนวก ง คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง 227
ภาคผนวก จ คุณลักษณะของผู้ให้สัมภาษณ์ 232

ประวัติผู้เขียน 235

Ref. code: 25635919030063XHM

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	แสดงลำดับการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน 2 กลุ่ม คือ นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) จำนวน 7 คาบ	8
2.1	แสดงการเปรียบเทียบผู้ออกแบบกับขั้นตอนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์	26
2.2	แสดงลักษณะของการนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไปใช้ในบทบาทของครูผู้สอน และนักเรียน	32
2.3	แสดงมโนทัศน์ที่ผู้เรียนมักเข้าใจคลาดเคลื่อน เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงที่สัมพันธ์กับมาตรฐานการเรียนรู้ ว 1.2 ป.4/1	36
2.4	แสดงการเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของแบบวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแต่ละรูปแบบ	41
2.5	แสดงการจัดกลุ่มการแปลความหมายของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	48
2.6	แสดงชนิดข้อมูล วิธีการ และเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล	55
2.7	แสดงข้อดีและข้อจำกัดของการสัมภาษณ์เป็นรายบุคคล	58
2.8	แสดงข้อดีและข้อจำกัดของการสัมภาษณ์เป็นกลุ่ม	59
3.1	แสดงรูปแบบการวิจัยแบบ Two group pretest – posttest design (Campbell & Stanley, 2015)	68
3.2	แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	69
3.3	แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	70
3.4	แสดงมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่มักถูกเข้าใจผิดของนักเรียน พร้อมคำอธิบายที่ถูกต้อง เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง	71
3.5	แสดงมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนกับจำนวนข้อในแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง	74
3.6	แสดงกลุ่มนักเรียนที่มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนจากการตอบแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ แบบเลือกตอบ 2 ระดับ จำนวน 3 กลุ่ม	76

Ref. code: 25635919030063XHM

3.7	แสดงข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิ และการปรับปรุงแก้ไขแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง	77
3.8	แสดงประเด็นในการสัมภาษณ์และตัวอย่างคำถามในแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง หลังจากที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์	79
3.9	แสดงการเปรียบเทียบแผนการจัดการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist lesson plan) กับ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)	83
3.10	แสดงข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิ และการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด คอนสตรัคติวิสต์ แผนการจัดแบบทั่วไป รวมทั้งใบความรู้ และ ใบกิจกรรม	85
3.11	แสดงลำดับการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน 2 กลุ่ม คือ นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) จำนวน 7 คาบ	88
3.12	แสดงขั้นตอนการดำเนินการทดลองเปรียบเทียบระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)	89
4.1	แสดงการเปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์ที่ถูกต้องก่อนเรียน โดยใช้แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	92
4.2	แสดงจำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนจากการทำแบบวัดมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ก่อนเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	93
4.3	แสดงข้อที่นักเรียนมักจะตอบคำถามผิดจากแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ในกลุ่มทดลอง	93
4.4	แสดงข้อที่นักเรียนมักจะตอบคำถามผิดจากแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ในกลุ่มควบคุม	94
4.5	แสดงข้อคำถามและจำนวนนักเรียนที่มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในแต่ละตอน	94
4.6	แสดงจำนวนนักเรียนที่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	95

Ref. code: 25635919030063XHM

4.7	แสดงข้อคำถามและจำนวนนักเรียนที่มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนเพิ่มขึ้นในนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	96
4.8	แสดงเนื้อหาของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และ มโนทัศน์ที่ถูกต้องที่อยากให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน	97
4.9	แสดงการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนรู้ผ่านรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ก่อนเรียนและหลังเรียน	98
4.10	แสดงการเปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์ที่ถูกต้องก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนกลุ่มทดลอง	99
4.11	แสดงพัฒนาการของนักเรียนกลุ่มทดลองที่พัฒนาตนเองจากการมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (Misconception) เป็นมีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง (Conception)	100
4.12	แสดงความแปรปรวนของคะแนนการมีมโนทัศน์ถูกต้องก่อนเรียนและหลังเรียน ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนรู้ผ่านรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนรู้ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) จำนวนนักเรียนกลุ่มละ 50 คน	101
4.13	แสดงการเปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ที่ถูกต้องของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนรู้ผ่านรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนรู้ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน) จำนวนนักเรียนกลุ่มละ 50 คน	101
4.14	แสดงการเปรียบเทียบผลต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนรู้ผ่านรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนรู้ ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) จำนวนนักเรียนกลุ่มละ 50 คน	102
4.15	แสดงความแปรปรวนของคะแนนการมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน (Misconception) ก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนรู้ผ่านรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนรู้ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) จำนวนนักเรียนกลุ่มละ 50 คน	105
4.16	แสดงคุณลักษณะของผู้ให้สัมภาษณ์ จำนวนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน พร้อมผลวิเคราะห์คุณลักษณะของผู้ถูกสัมภาษณ์	109

Ref. code: 25635919030063XHM

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	กรอบแนวคิดการวิจัย	12
2.1	แสดงแนวคิดของกลุ่มคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา	17
2.2	แสดงพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ (Zone of proximal development)	19
2.3	ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์	21
2.4	แสดงกระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์	60
3.1	กรอบแนวคิดการวิจัย	67
3.2	ตัวอย่างข้อคำถาม	75
4.1	แสดงคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ (Conception) เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) จำนวนนักเรียนกลุ่มละ 50 คน	102
4.2	แสดงคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ (Misconception) เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)	106

Ref. code: 25635919030063XHM

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญต่อมนุษย์ทั้งในปัจจุบันและในอนาคต เพราะมีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของทุกคน วิทยาศาสตร์ช่วยพัฒนาให้มนุษย์มีความคิดเป็นเหตุเป็นผล มีความคิดสร้างสรรค์ รู้จักคิดวิเคราะห์วิจารณ์ รวมทั้งมีทักษะในการค้นคว้า เพื่อหาความรู้ได้ด้วยตนเอง และยังสามารถนำความรู้ นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้อย่างเป็นระบบ แต่ถ้าการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่น่าเบื่อ เรียนไม่มีความสุข อันเกิดจากเนื้อหาวิชาที่ยาก ซับซ้อน มีความเป็นนามธรรม ทำความเข้าใจได้ยากก็จะส่งผลให้ผู้เรียนมีเจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้ที่ไม่ดี ทำให้ผู้เรียนมีความรู้สึกที่ไม่อยากเรียน มีเจตคติไม่ดีเกี่ยวกับวิชาที่เรียน ซึ่งเจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน กล่าวคือ ถ้าหากผู้เรียนไม่อยากเรียน หรือไม่สนใจต่อวิชาใด พวกเขาก็ไม่อยากมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ หรือหากยังต้องเรียนอยู่ ผู้เรียนก็ต้องเรียนด้วยความไม่เต็มใจ อันจะส่งผลต่อมโนทัศน์ในเรื่องนั้น ๆ นำไปสู่การมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ไม่ดีอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ (พงศกร สายเพ็ชร์, 2560; Akilli, 2008) นอกจากนั้น ประสบการณ์เดิมที่เกิดจากความรู้ ความเชื่อที่ผิด เจตคติที่ไม่ดีอันเกิดมาจากวิชาที่เคยเรียน หรือจากเหตุการณ์ที่พบในชีวิตประจำวัน สิ่งเหล่านี้มีผลอย่างมากต่อการเรียนรู้หรือพฤติกรรมในชั้นเรียน ถ้าผู้เรียนมีพื้นความรู้เดิมที่ถูกต้องและแม่นยำแล้ว ความรู้เดิมนี้ก็จะเป็นฐานของการสร้างความรู้ใหม่ขึ้นในตัวผู้เรียน แต่ถ้าความรู้เดิมคลุมเครือ ไม่แม่นยำ และได้รับการกระตุ้นในเวลาหรือด้วยวิธีการที่ไม่เหมาะสม ความรู้เดิมจะกลายเป็นสิ่งที่มาขัดขวางการเรียน (วิจารณ์ พานิช, 2556) นั่นคือ ถ้าผู้เรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน (Misconception) อันเป็นแนวคิดของผู้เรียนที่ไม่สอดคล้องกับทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับ (Eryilmaz, 2002) ซึ่งถ้าหากไม่เร่งแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจะส่งผลต่อการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ และทำให้ผู้เรียนขาดการยอมรับมโนทัศน์ที่ถูกต้องในลำดับถัดไป (Taşlıdere, 2013) มีรายงานการศึกษาบนพื้นฐานของข้อมูลที่รวบรวมได้เปิดเผยว่าเจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์มีผลอย่างมากต่อความสำเร็จ กล่าวคือ เจตคติมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นอย่างมาก ซึ่งถ้าผู้เรียนมีเจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้ที่ดีก็จะทำให้การเรียนรู้เป็นไปในทางที่ดีด้วยนั่นเอง (Cheung, 2009)

เมื่อพิจารณาเนื้อหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 แล้ว พบว่าหนึ่งในหัวข้อที่นักเรียนมักขาดมโนทัศน์ที่ถูกต้อง หรือมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน คือ เรื่องกระบวนการ

Ref. code: 25635919030063XHM

สังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งมีเนื้อหาที่มีความยากและซับซ้อน แต่มีความสำคัญ เพราะเป็นเนื้อหาที่ถูกบรรจุอยู่ในหลักสูตรการเรียนรู้ของนักเรียนตั้งแต่ระดับประถมศึกษาจนถึงระดับมหาวิทยาลัย (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560; Métioui, Matoussi, & Trudel, 2016) กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นกระบวนการทางชีวเคมีที่ผู้เรียนต้องพยายามทำความเข้าใจ และหาความสัมพันธ์ของกระบวนการว่า พืชนั้นสร้างอาหารได้จากการนำแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มาทำปฏิกิริยากับน้ำ โดยพืชมีสารสีเขียวที่เรียกว่าคลอโรฟิลล์ และพืชจะสร้างสารชนิดนี้ได้ก็ต่อเมื่อพืชดูดกลืนพลังงานแสงมาเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมีเสียก่อน แล้วอาหารที่ได้ออกมา คือ น้ำตาลกลูโคส แต่รูปแบบการตรวจสอบอาหารของพืชกลับไปตรวจแป้งที่พืชต้องนำมาเก็บสะสมไว้หลังจากสร้างอาหารแล้วจากกระบวนการสร้างอาหารตามที่กล่าวมา ทำให้ผู้เรียนเกิดความสับสน และมีความเข้าใจผิดหลายประการเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง จากผลวิจัยของนักการศึกษาหลายท่านพบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจผิดหลายเรื่องเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เช่น 1) วัตถุดิบกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ซึ่งผู้เรียนเข้าใจว่ากระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงต้องใช้ออกซิเจนและน้ำเป็นวัตถุดิบในการสร้างอาหาร แต่ในความเป็นจริง คือ พืชใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำเป็นวัตถุดิบ หรือสารตั้งต้นในการสร้างอาหาร 2) กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงกับกระบวนการหายใจของพืช ผู้เรียนมักเข้าใจผิดว่า กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นกระบวนการสร้างแก๊สออกซิเจนซึ่งเกี่ยวกับกระบวนการหายใจ แต่ความจริงแล้วกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นกระบวนการสร้างอาหาร หรือสร้างน้ำตาลกลูโคส และ 3) ความเข้าใจผิดในความหมายของคำว่า “อาหารของพืช” โดยผู้เรียนเข้าใจว่าอาหารของพืชได้จากการดูดแร่ธาตุในดิน แต่อาหารของพืช คือ น้ำตาลกลูโคสที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช (Marmaroti & Galanopoulou, 2006; Näs, 2010; Skribe Dimec & Strgar, 2017)

รูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่ใช้ในโรงเรียนทั่วไปในประเทศไทยนั้นเป็นรูปแบบของการใช้วิธีการบรรยาย ให้นักเรียนท่องจำ หรือหากมีการทดลองก็เป็นรูปแบบที่ให้นักเรียนทำตามในแบบเรียน ซึ่งมีทั้งวิธีการทดลอง มีตารางให้บันทึกผลและสรุปผลการทดลอง ทุกอย่างถูกสร้างขึ้นมาโดยผู้ออกแบบบทเรียน ผู้เรียนไม่ได้คิดหรือหาหนทางของการแก้ไขปัญหาเหล่านั้น เช่น นักเรียนไม่ได้ตั้งสมมติฐาน หาวิธีการทดลอง หรือนำเสนอผลการทดลองด้วยตนเอง เพียงเป็นการทำในกรอบที่ถูกกำหนดขึ้นมาให้เท่านั้น ซึ่งจะเห็นได้จากเมื่อทำการทดลองเสร็จแล้ว ผู้เรียนไม่สามารถสรุปผลการทดลองได้ เนื่องมาจาก ผู้เรียนทำการทดลองตามคำบอกของคู่มือ ไม่ได้ใช้ความคิดและสร้างความหมายในการเรียนรู้นั้นเลย รูปแบบการสอนดังกล่าวที่ทำในโรงเรียนจึงมีข้อจำกัดในการแก้ปัญหาการเรียนรู้ และจากการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลของผู้วิจัย พบว่าวิธีการจัดการเรียนรู้มีหลากหลายวิธีที่สามารถนำมาใช้ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนแก้ไขความเข้าใจผิดความสับสน อันเกิดจากเนื้อหาที่ยาก ซับซ้อน เป็นนามธรรม และช่วยพัฒนาเจตคติต่อประสบการณ์

Ref. code: 25635919030063XHM

การเรียนรู้ของนักเรียนได้ เช่น การเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative learning) การจัดการเรียนรู้แบบโมเดลซิปปา (CIPPA Model) การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem–based learning: PBL) และการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist learning) (กนกวลัย สำเร็จผล, 2561) ซึ่งการศึกษาจำนวนมากแสดงให้เห็นว่าวิธีการสอนในรูปแบบคอนสตรัคติวิสต์มีประสิทธิภาพ เนื่องจากช่วยปรับปรุงความเข้าใจและช่วยเพิ่มผลการเรียนรู้ของนักเรียน (ธนธัญ ฝีมือสาร, 2559; Çalik et al., 2007; Cakici & Yavuz, 2010; Kim, 2005) นอกจากนี้ยังได้รับการยอมรับว่าวิธีการสอนในรูปแบบคอนสตรัคติวิสต์ช่วยเพิ่มความสนใจของนักเรียนทางวิทยาศาสตร์ (Parker & Gerber, 2000) นักเรียนชอบวิธีการสอนในรูปแบบคอนสตรัคติวิสต์เนื่องจากวิธีการดังกล่าวช่วยให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นมากขึ้นในระหว่างที่เรียน (Kim, 2005) โดยนักเรียนสามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน ได้ฝึกปฏิบัติ มีการจดบันทึกน้อยลง และมีความสนุกสนานมากขึ้น (Uzuntiryaki, Bilgin & Geban 2003) กลยุทธ์นี้จึงช่วยยกระดับผลการเรียนของนักเรียน ซึ่งในรายงานวิจัยยังระบุอีกว่าทัศนคติเชิงลบที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่เกิดจากวิธีการสอนแบบทั่วไป (การบรรยาย) ของครูในการสอนวิทยาศาสตร์ (Bimbola & Daniel, 2010)

บทบาทของครูผู้สอนในรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) นั้นต้องไม่ทำตนเป็นผู้แสดง ผู้สอนไม่ได้ออกมาเป็นผู้บรรยาย แต่เป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator) ให้เกิดการเรียนรู้ ด้วยการสร้างบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ซึ่งการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบนี้เป็นการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง จากการเชื่อมความสัมพันธ์จากประสบการณ์เดิมของตน การได้ร่วมแสดงความคิดเห็นกับผู้อื่นจากการระดมสมองในกระบวนการกลุ่ม นำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ใหม่ และเมื่อเกิดการเรียนรู้แล้วจะเป็นความรู้แบบฝังแน่นในตนเองต่อไป เมื่อผู้เรียนสามารถสร้างสรรค์ความรู้ภายในตนเองแล้ว ความรู้นั้นจะช่วยทำให้ผู้เรียนนำไปสร้างความรู้ใหม่ หรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ใหม่ที่มีความซับซ้อนมากขึ้น (สุชิน เพ็ชรักษ์, 2544; Piaget, 1960; Vygotsky, 1980) ซึ่งการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ มาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จึงเป็นวิธีการที่ดีที่จะสามารถสร้างจินตนาการเพื่อต่อยอดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี

การสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์เป็นรูปแบบของการที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง บนพื้นฐานของความเชื่อว่าผู้เรียนทุกคนมีปัญญา สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งเมื่อผู้เรียนได้รับประสบการณ์หรือสถานการณ์ใหม่เข้ามากระตุ้นให้ผู้เรียนได้นำไปเปรียบเทียบกับความรู้ที่ตนมีอยู่ นั่นคือการตรวจสอบความรู้เดิมของตนเองกับสถานการณ์ที่ได้รับ เมื่อตรวจสอบแล้วสถานการณ์นั้นเหมือนกับสิ่งที่เคยรับรู้ก็จะดูดซึม (Assimilation) เก็บไว้ แต่ถ้าหากสถานการณ์นั้นไม่ตรงกับความรู้เดิมบางส่วนหรือทั้งหมดก็จะนำไปสู่การเกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive conflict) ก่อให้เกิดความไม่สมดุลทางความคิด (Disequilibrium) ดังนั้น

Ref. code: 25635919030063XHM

ผู้เรียนจะมีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) ให้เข้าสู่ความสมดุล (Equilibrium) นำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ใหม่หรือเกิดการเรียนรู้ (Schema) นั่นเอง แต่ถ้าหากผู้เรียนยังไม่สามารถข้ามผ่านบททดสอบหรือสถานการณ์ที่กำหนดขึ้นมาได้ ก็จะมีครูหรือผู้รู้ทำหน้าที่เป็นโค้ชคอยให้ความช่วยเหลือ (Scaffolding) เพื่อให้ผู้เรียนก้าวข้ามผ่านโซนแห่งพัฒนาการ หรือขอบเขตที่ผู้เรียนจะสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง (Zone of proximal development) อีกทั้งการจัดการเรียนรู้ที่มีการปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน เช่น การได้ร่วมกันปฏิบัติการทดลอง (Freedman, 1997) จะช่วยทำให้ผู้เรียนไม่เบื่อหน่าย มีความสนใจในบทเรียน มีสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่สนุกสนาน มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ได้ร่วมกันอภิปรายเพื่อแก้ปัญหามากกว่าการเรียนในห้องเรียนแบบปกติ ซึ่งวิธีการดังกล่าวจะช่วยให้นักเรียนมีเจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้ในเชิงบวกได้

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์นี้มีแนวคิดที่เชื่อว่าจะทำให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งการจัดการเรียนรู้จะกระทำในรูปแบบของการสนับสนุนการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองมากกว่าการถ่ายทอดความรู้จากผู้สอน และมุ่งให้ผู้เรียนได้ลงมือกระทำการสร้างความรู้ ซึ่งต้องอาศัยทฤษฎีสำคัญ ดังนี้

1. Cognitive constructivism มีพื้นฐานมาจากแนวคิดทฤษฎีของ Piaget (1960) โดยแนวคิดนี้เน้นที่ตัวผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้จากการลงมือทำ เพียเจต์ (Piaget) เชื่อว่า เมื่อผู้เรียนถูกกระตุ้นด้วยปัญหาที่ก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive conflict) หรือเกิดการเสียสมดุลทางปัญญา (Disequilibrium) จะทำให้ผู้เรียนพยายามปรับโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive structuring) ของตน เพื่อให้เข้าสู่ภาวะสมดุล (Equilibrium) โดยวิธีการดูดซึม (Assimilation) กล่าวคือ เป็นการรับข้อมูลใหม่จากสิ่งแวดล้อมเข้าไปไว้ในโครงสร้างทางปัญญา และมีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) ของตนเอง ด้วยการเชื่อมโยงโครงสร้างทางปัญญาเดิม หรือความรู้เดิมที่มีมาก่อนกับข้อมูลข่าวสารใหม่ จนกระทั่งผู้เรียนสามารถปรับโครงสร้างทางปัญญาเข้าสู่สภาวะสมดุลหรือสามารถที่จะสร้างความรู้ใหม่ขึ้นมาได้ด้วยตนเอง (สุมาลี ชัยเจริญ, 2545)

2. Social constructivism มีพื้นฐานมาจากแนวคิดทฤษฎีของ Vygotsky (1980) ที่มีแนวคิดว่า “การที่มนุษย์ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาด้านพุทธิปัญญา” คือ ด้านความรู้ความเข้าใจอันเกิดจากความรู้ที่ได้จากปัญญา รวมทั้งแนวคิดที่เกี่ยวกับศักยภาพในการพัฒนาด้านพุทธิปัญญาที่อาจมีข้อจำกัดเกี่ยวกับช่วงของการพัฒนาที่ว่า Zone of proximal development ถ้าผู้เรียนอยู่ต่ำกว่า Zone of proximal development จำเป็นจะต้องได้รับการช่วยเหลือในการเรียนรู้ที่เรียกว่า Scaffolding และ Vygotsky ยังกล่าวว่า ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้โดยผ่านการปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น ได้แก่ เด็กกับผู้ใหญ่ พ่อแม่ ครูและเพื่อนในขณะที่เด็กอยู่ในบริบทของสังคมและวัฒนธรรม (สุมาลี ชัยเจริญ, 2545)

Ref. code: 25635919030063XHM

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่ใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) ทั้งกลุ่มผู้เรียนระดับปฐมวัย ระดับประถมศึกษา จนถึงระดับมัธยมศึกษา พบว่าสามารถนำมาพัฒนาผู้เรียนให้มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้นได้ เช่น งานวิจัยของ Calık, Ayas, Coll, Ünal, and Coştu (2007) และ Kurt and Ayas (2012) พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบสี่ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Pre-exiting ideas) เป็นขั้นตอนที่ใช้สำรวจความรู้เดิมของผู้เรียน ด้วยการใช้คำถาม หรือสร้างสถานการณ์กระตุ้นให้ผู้เรียนระลึกถึงความรู้เดิมที่จะนำมาใช้ในการนำไปต่อยอดเพื่อสร้างความรู้ใหม่ 2) ขั้นเน้นมโนทัศน์เป้าหมาย (Focusing on the target concept) เป็นขั้นตอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าข้อมูล ทำการทดลองแล้วร่วมกันอภิปรายผลในกลุ่มย่อยเพื่อให้ผู้เรียนได้สำรวจและตรวจสอบความรู้เดิมของตนเอง และนำไปเชื่อมโยงกับการการสร้างความรู้ใหม่ 3) ขั้นท้าทายความคิด (Challenging students' ideas) เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนช่วยตรวจสอบความถูกต้องเกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจของนักเรียนที่ตัวนักเรียนเองเป็นผู้สร้างขึ้น เพื่อให้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง และ 4) ขั้นการประยุกต์ความรู้ (Applying newly constructed ideas to similar situation) เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำมโนทัศน์ที่เรียนรู้ไปประยุกต์ในสถานการณ์อื่น ๆ ซึ่งวิธีการดังกล่าวใช้ทดลองในวิชาวิทยาศาสตร์กับผู้เรียนในประเทศตุรกีในระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 และ 4 ช่วยทำให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ มาลีรัตน์ กระต่ายทอง (2554) ที่ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งผลการทดลองพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอน สี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีคะแนนเฉลี่ยของมโนทัศน์สูงขึ้น ซึ่งมีงานวิจัยที่ใช้การสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ และผลงานวิจัยบ่งชี้ไปในทิศทางเดียวกัน ได้แก่ ธนธัญ ฝีมือสาร (2559) ได้ใช้วิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ฟิสิกส์และเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผลการทดลองชี้ให้เห็นว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส และมีคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์หลังการทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อีกทั้งผลการวิจัยของ ประภัสสร สาระธนะ (2559) ที่ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางเคมี เรื่องเชื้อเพลิง ซากดึกดำบรรพ์ และผลิตภัณฑ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม ที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางเคมีหลังเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์นี้ยังได้ทำการศึกษาในกลุ่มเด็กปฐมวัยด้วย โดย ธิดา ภูประทาน (2542) ได้ทำการศึกษา เรื่องผลของการจัดกิจกรรมความรู้ทางกายภาพตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ที่มีต่อมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของเด็กวัยเตาะแตะ พบว่า

Ref. code: 25635919030063XHM

นักเรียนกลุ่มทดลอง มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากหลักการและเหตุผลข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบการวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed methods research) ซึ่งมีทั้งการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative research) และการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative research) โดยการวิจัยเชิงปริมาณที่ผู้วิจัยใช้เป็นการทดลองแบบกึ่งทดลอง (Quasi-experiment research) แบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) จำนวน 7 คาบที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง จากนั้นใช้แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ชนิดเลือกตอบ 2 ระดับ (Two - tier multiple-choice test) ประเมินนักเรียนทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ส่วนการวิจัยเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-structured) แล้วนำไปวิเคราะห์ผลโดยใช้การวิเคราะห์แก่นสาระ (Thematic analysis) เพื่อศึกษาเจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

1.2 คำถามวิจัย

ผู้วิจัยได้ตั้งคำถามการวิจัย ดังนี้

1. ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist learning approach) จะมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นหรือไม่

2. ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist learning approach) จะมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นมากกว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) (The 5E's of inquiry-based learning) หรือไม่

3. ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงจะมีเจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้อย่างไร

1.3 วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

Ref. code: 25635919030063XHM

2. เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ระหว่างกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์กับกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

3. เพื่อศึกษาเจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้ เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. การเสริมสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

2. เจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้เชิงบวก ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

3. แนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ในบทเรียนอื่น ๆ ต่อไป

1.5 ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับประถมศึกษาของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน กรุงเทพมหานคร จำนวน 312,499 คน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2562)

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร แบ่งเป็นนักเรียนกลุ่มทดลอง จำนวน 50 คน และ นักเรียนกลุ่มควบคุม จำนวน 50 คน

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ใช้เวลา 7 คาบ ตามตารางเรียน คาบละ 50 นาที โดยมีช่วงเวลาในการทดลองเป็นเวลา 3 สัปดาห์ แบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ซึ่งแต่ละกลุ่มมีลำดับการเรียนรู้ตามแผนการสอน ดังแสดงในตารางที่ 1.1

Ref. code: 25635919030063XHM

ตารางที่ 1.1

แสดงลำดับการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน 2 กลุ่ม คือ นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) จำนวน 7 คาบ

คาบเรียนที่	**กิจกรรมการเรียนรู้**	
	กลุ่มทดลอง	**กลุ่มควบคุม**
1	ให้นักเรียนทำแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง	
2 - 3	<u>แผนการจัดเรียนรู้ที่ 1</u> เรื่อง ปัจจัยสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง	<u>แผนการจัดเรียนรู้ที่ 1</u> เรื่อง ปัจจัยสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
4 - 5	<u>แผนการจัดเรียนรู้ที่ 2</u> เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงกับการหายใจของพืช	<u>แผนการจัดเรียนรู้ที่ 2</u> เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงกับการหายใจของพืช
6	<u>แผนการจัดเรียนรู้ที่ 3</u> เรื่อง แร่ธาตุของพืช	<u>แผนการจัดเรียนรู้ที่ 3</u> เรื่อง แร่ธาตุของพืช
7	ทำแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง	

4. ตัวแปรที่ศึกษา

4.1 ตัวแปรอิสระ คือ รูปแบบการสอนที่แตกต่างกัน ในที่นี้หมายถึง รูปแบบการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ และรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

4.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

4.2.1 มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

4.2.2 เจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้ต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

Ref. code: 25635919030063XHM

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist learning approach) หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่ทำให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง เน้นการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เป็นการสร้างบรรยากาศ หรือสร้างประสบการณ์ให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน โดยการเรียนรู้เรื่องใหม่นี้จะมีพื้นฐานมาจากความรู้เดิมของผู้เรียนเอง ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเรียนรู้ เป็นกระบวนการเรียนรู้ (Process of learning) ที่แท้จริงของผู้เรียน โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์นี้ได้จัดกระทำตามแนวทางของ Calik et al. (2010) และธนธัญ ฝีมือสาร (2559) มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ได้แก่

1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Pre-exiting ideas) หมายถึง ขั้นตอนที่ใช้สำรวจความรู้เดิมของผู้เรียน ด้วยการใช้คำถาม หรือสถานการณ์กระตุ้นให้ผู้เรียนระลึกถึงความรู้เดิมที่จะนำมาใช้ในการนำไปต่อยอดเพื่อสร้างความรู้ใหม่

2) ขั้นเน้นมโนทัศน์เป้าหมาย (Focusing on the target concept) หมายถึง ขั้นตอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าข้อมูล ทำการทดลอง แล้วร่วมกันอภิปรายผลในกลุ่มย่อยเพื่อให้ผู้เรียนได้สำรวจและตรวจสอบความรู้เดิมของตนเอง และครูมีหน้าที่เน้นและให้ความสำคัญกับมโนทัศน์ที่ผู้เรียนมักเข้าใจผิดเป็นประเด็นที่ช่วยให้ผู้เรียนได้นำไปอภิปราย

3) ขั้นท้าทายความคิด (Challenging students' ideas) หมายถึง ขั้นตอนที่ครูผู้สอนช่วยตรวจสอบความถูกต้องเกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจของผู้เรียนจากการสร้างขึ้นในกลุ่มย่อยของขั้นตอนที่ 2 โดยให้ผู้เรียนนำเสนอผลการระดมสมองจากกลุ่มย่อยของตน นำเข้ามาร่วมอภิปรายในกลุ่มใหญ่ คือ ผู้เรียนทั้งชั้น และมีครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ หรือนำทางด้วยคำถาม แล้วให้ผู้เรียนทั้งชั้นช่วยกันตรวจสอบ เพื่อให้ผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

4) ขั้นการประยุกต์ความรู้ (Applying newly constructed ideas to similar situation) เป็นขั้นสุดท้ายของการจัดการเรียนรู้ โดยที่ครูให้นักเรียนนำมโนทัศน์ที่เรียนรู้ไปประยุกต์ในสถานการณ์อื่น ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่ศึกษา หรือนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ

2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) (The 5E's of inquiry-based learning) หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นการสืบสอบ (สสวท., 2546) ซึ่งในประเทศไทยที่มีลักษณะการปฏิบัติการเรียนรู้ตามบทเรียนที่ถูกกำหนดขึ้นมา โดยผู้ออกแบบบทเรียนกำหนดขึ้นมาให้นักเรียน คือ กำหนดวิธีการทดลอง ตารางบันทึกผล และกำหนดขอบเขตการสรุปผลการทดลองให้นักเรียนทำตามแบบ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน โดยการเตรียมตัวนักเรียนด้วยการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและพร้อมที่จะเรียนโดยการเลือกใช้กิจกรรม

Ref. code: 25635919030063XHM

ต่าง ๆ เช่น การสนทนาซักถามทบทวนบทเรียนที่ผ่านมา อธิบายมโนทัศน์ ให้คำจำกัดความและคำตอบ โดยใช้วิธีการบรรยาย

2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนวางแผนให้ผู้เรียนทำการศึกษาค้นคว้า เพื่อตอบคำถามของสิ่งที่สนใจจากขั้นแรก เป็นการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนด้วยวิธีการต่าง ๆ โดยครูใช้วิธีบรรยาย หรือให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาในบทเรียน เนื้อหาเสริมจากใบความรู้ ดูวีดีโอ หรือให้นักเรียนทำการทดลองตามที่ครูกำหนดให้ ใช้วิธีการบอกนักเรียนเมื่อนักเรียนทำผิด นำพานักเรียนให้แก้ปัญหาไปทีละขั้นตอน

3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นการสรุปเนื้อหาสาระและความคิดรวบยอดที่ได้รับจากการทำกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้กิจกรรมการสรุปในลักษณะต่าง ๆ เช่น การรายงานผลการทดลอง การสังเกต การตอบคำถาม หรือแบบฝึกหัดตามในหนังสือ หรือในแบบคู่มือกำหนดมาให้

4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่ได้จากการทำการสำรวจค้นคว้ามาแล้ว มาเชื่อมโยงกับเหตุการณ์หรือสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่ครูกำหนดให้ ครูช่วยหาคำตอบบอกนักเรียนเมื่อนักเรียนทำผิด ใช้วิธีบรรยาย หรืออธิบายวิธีการทำงานเพื่อแก้ปัญหา และนำพานักเรียนให้แก้ปัญหาไปทีละขั้นตอน

5) ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด โดยการทำใบกิจกรรม แบบฝึกหัดในหนังสือ หรือแบบทดสอบประจำหน่วยการเรียนรู้ เน้นทดสอบความรู้ ความจำเป็นสำคัญ นอกจากนั้นครูผู้สอนยังช่วยแนะนำมโนทัศน์ หรือแนวคิดใหม่ โดยไม่ได้ให้ผู้เรียนคิดด้วยตนเอง

3. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดหลัก หรือความคิดสำคัญของ เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งวัดได้โดยใช้แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชนิดเลือกตอบ 2 ระดับ (Two-Tier Multiple-choice test) โดยแบบวัดนี้ ผู้วิจัยเป็นผู้สร้างขึ้น ซึ่งปรับจากแนวคิดของ Haslam and Treagust (1987); Gurel et al. (2015) และ วันเพ็ญ คำเทศ (2560) จำนวน 20 ข้อ โดยแบ่งเป็น 2 ตอน (ภาคผนวก ค) ดังนี้

ตอนที่ 1 เป็นคำถามวัดความเข้าใจเชิงความคิด

ตอนที่ 2 เป็นส่วนของเหตุผลที่สนับสนุนคำตอบในตอนที่ 1

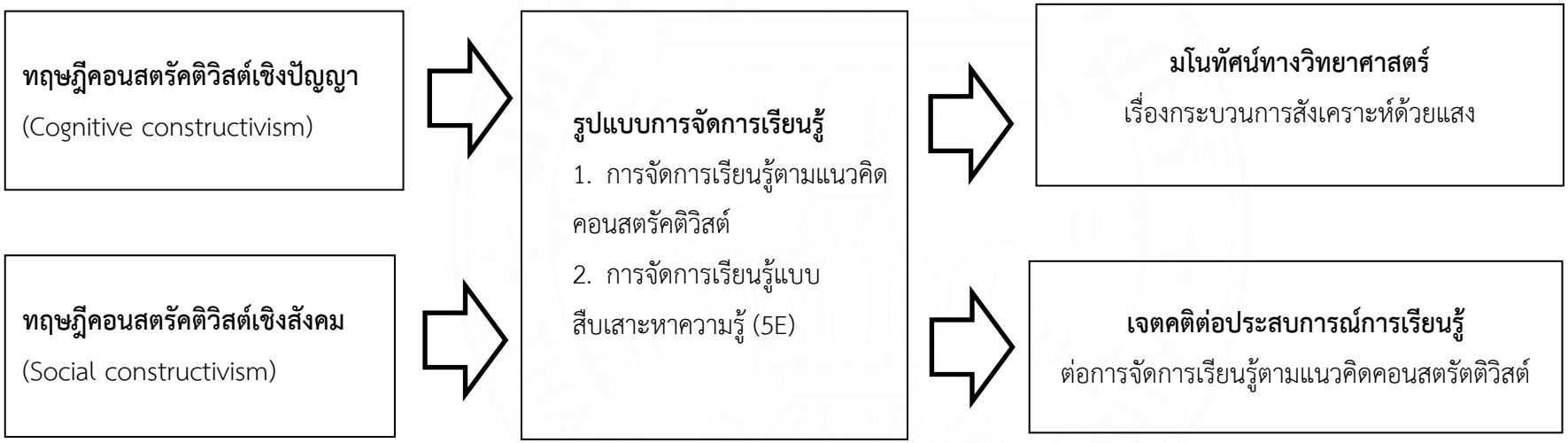
4. เจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้ (Learning Experience) หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดของบุคคลที่มีต่อปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและสิ่งแวดล้อม อันเกิดจากปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนผู้เรียนด้วยกัน และกิจกรรมที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ ที่จะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงความรู้ ความคิด ความรู้สึก และการกระทำ ซึ่งผู้เรียนจะสะท้อนความรู้สึกนึกคิด รวมทั้งการแสดง

Ref. code: 25635919030063XHM

ความคิดเห็น (ทิวัตถ์ มณีโชติ, 2554) หลังจากที่ได้รับการเรียนรู้ผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ แบบ 4 ขั้นตอน เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง จะมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องมากกว่าการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

Ref. code: 25635919030063XHM

1.7 กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

Ref. code: 25635919030063XHM

กรอบแนวคิดในการวิจัย แบ่งเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. ทฤษฎีที่นำมาใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ มี 2 ทฤษฎีสำคัญ คือ

1.1 ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา (Cognitive constructivism) เชื่อว่าผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง จากการถูกกระตุ้นให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive conflict) ทำให้เกิดภาวะไม่สมดุล (Disequilibrium) หากพบว่าสิ่งที่กระตุ้นนั้นไม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิมจะเกิดกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) และสร้างเป็นความรู้ใหม่ (Piaget, 1960)

1.2 ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social constructivism) เชื่อว่าการปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาด้านพุทธิปัญญา ซึ่งพัฒนาการด้านนี้อาจมีข้อจำกัดเกี่ยวกับช่วงของพัฒนาการที่เรียกว่า พื้นที่รอยต่อพัฒนาการ (ZPD) หากผู้เรียนอยู่ต่ำกว่าพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ จำเป็นจะต้องได้รับการช่วยเหลือในการเรียนรู้ที่เรียกว่า Scaffolding (Vygotsky, 1980)

2. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ได้แก่

2.1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

2.2 รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

3. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และ เจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้

3.1 มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง 3 หัวข้อ ได้แก่

1) วัตถุดิบกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

2) กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงกับกระบวนการหายใจของพืช

3) อาหารของพืช

3.2 เจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้ โดยใช้การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-structured interview) เพื่อให้ผู้เรียนได้การรับรู้ที่มีต่อประสบการณ์การเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์ (ทิวัตถ์ มณีโชติ, 2554)

1.8 สมมติฐานของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานการวิจัยไว้ ดังนี้

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist learning approach) เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงจะช่วยให้ผู้เรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องสูงกว่ารูปแบบการสอนแบบแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) (The 5E's of inquiry-based learning)

Ref. code: 25635919030063XHM

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรม

ในการศึกษาวิจัย เรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้ เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา ผู้วิจัยมีแนวทางในการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์
- 2.1.1 ความหมายและความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์
- 2.1.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์
- 2.1.3 หลักการออกแบบของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)
- 2.2.1 ความหมายและขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
- 2.2.2 ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

2.3 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
- 2.3.1 ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
- 2.3.2 มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของ เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
- 2.3.3 แนวทางในการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
- 2.3.4 การแปลความหมายของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

2.4 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้
- 2.4.1 ความหมายของเจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้
- 2.4.2 การวัดเจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้
- 2.4.3 การสัมภาษณ์ (Interview)

Ref. code: 25635919030063XHM

2.1 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

2.1.1 ความหมายและความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist theory) เป็นทฤษฎีที่ว่าด้วยการสร้างความรู้ของผู้เรียน ซึ่งมาจากรากศัพท์คำว่า “Construct” ที่แปลว่า “สร้าง” หมายถึง การสร้างความรู้โดยผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เชื่อว่า การเรียนรู้ หรือการสร้างความรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวของผู้เรียนเอง โดยการนำประสบการณ์หรือสิ่งที่พบเห็นในสิ่งแวดล้อม หรือสถานการณ์ใหม่ที่ได้รับเข้ามาเชื่อมโยงกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิมมาสร้างเป็นความเข้าใจของตนเอง เรียกว่า โครงสร้างทางปัญญา (Cognitive structure) หรือ สกีมา (Schema) ซึ่งนั่นก็คือ ความรู้นั่นเอง (ทิศนา แขมมณี, 2551; Sutherland, 1992)

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เชื่อว่า การเรียนรู้ เกิดจากการสร้างความรู้มากกว่าเป็นการรับรู้ โดยกระบวนการที่เกิดขึ้น ผู้เรียนจะเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งความรู้ที่ได้นั้นเกิดจากการเรียบเรียงความรู้ขึ้นใหม่จากภายในตนเอง (Duffy & Cunningham, 1996) รูปแบบของการได้มาของความรู้นั้น อาจเกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้คน สิ่งของ สถานที่ เหตุการณ์ กระบวนการ มโนมติ และสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นพื้นฐานให้เกิดการเรียนรู้ ไม่ใช่เป็นเพียงการจดจำข้อมูลมาเท่านั้น แต่เป็นการประกอบขึ้นมาภายในตัวของแต่ละบุคคลเป็นการนำประสบการณ์เดิม หรือความรู้ความเข้าใจเดิมที่ตนเองมีมาก่อน แล้วนำมาสร้างเป็นความรู้ความเข้าใจที่มีความหมายของตนเองเกี่ยวกับสิ่งนั้น ๆ ซึ่งแต่ละบุคคลอาจสร้างความหมายที่แตกต่างกัน เพราะมีประสบการณ์ หรือ ความรู้ความเข้าใจเดิมที่แตกต่างกัน

แนวทางการจัดการศึกษาได้เปลี่ยนจากการสอนหรือการถ่ายทอดโดยครูผู้สอน หรือการใช้สื่อการสอนเปลี่ยนมาเป็นการเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางที่ให้ความสำคัญต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนผ่านการปฏิบัติ การได้ลงมือทำ (Active learning) ด้วยตนเอง (Rumelhart, 1981) ซึ่งการได้ใช้กระบวนการคิดเกี่ยวกับสิ่งที่เขาได้กระทำลงไปนั้นจะช่วยพัฒนาศักยภาพของตนเองทางความคิด อีกทั้งการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองยังเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกวางแผน ดำเนินการ และประเมินตนเองอีกด้วย นอกจากนั้น การที่ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ยังนำไปสู่สร้างความรู้ใหม่ขึ้น ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะกระทำภายใต้สมมติฐานพื้นฐาน 2 ประการ คือ 1) การเรียนรู้เป็นความพยายามโดยธรรมชาติของมนุษย์ 2) แต่ละบุคคลมีแนวทางในการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน โดยผู้เรียนจะถูกเปลี่ยนบทบาทจากผู้รับความรู้ (Receive) ไปสู่การมีส่วนร่วมในการสร้างความรู้ (Co-creators) แทน (Bonwell & Eison, 1991; Felder & Brent, 1996; Meyers & Jones, 1993)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างความรู้ด้วยตนเองจากการลงมือกระทำ หรือการปฏิบัติที่ต้องผ่าน

Ref. code: 25635919030063XHM

กระบวนการคิด โดยอาศัยประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมที่มีอยู่แล้วนำมาเชื่อมโยงกับประสบการณ์ใหม่หรือความรู้ใหม่ เพื่อขยายโครงสร้างทางปัญญา (Schema) ซึ่งครูผู้สอนไม่สามารถขยายโครงสร้างทางปัญญาให้แก่ผู้เรียนได้ แต่ครูผู้สอนสามารถเป็นผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator) หรือช่วยสร้างกระบวนการให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง จากการที่ครูเป็นผู้จัดสิ่งแวดล้อมให้เอื้อต่อการเรียนรู้ หรือสร้างความรู้ของผู้เรียนโดยการนำวิธีการในรูปแบบต่าง ๆ การใช้เทคโนโลยี นวัตกรรม หรือสื่อการสอน เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ (สุมาลี ชัยเจริญ, 2545)

ทิศนา แขมมณี (2551) ได้อธิบายทฤษฎีการเรียนรู้ของ เพียเจต์ นักจิตวิทยาชาวสวิสไว้ดังนี้ พัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาของบุคคลที่มีการปรับตัวผ่านกระบวนการดูดซึม (Assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) พัฒนาการของบุคคลจะเกิดขึ้นเมื่อได้รับและดูดซึมข้อมูล หรือได้รับประสบการณ์ใหม่ ๆ เข้าไป ทำให้มีความสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญากับที่มีอยู่เดิม หากไม่สามารถเชื่อมโยงหรือสร้างความสัมพันธ์กันได้จะเกิดภาวะที่เรียกว่า ภาวะไม่สมดุล (Disequilibrium) ซึ่งบุคคลจะพยายามปรับสภาวะที่เกิดขึ้นให้อยู่ในภาวะสมดุล (Equilibrium) นั่นเป็นการใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) สอดคล้องกับความเชื่อของ เพียเจต์ ที่ว่าทุกคนจะมีพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาไปตามลำดับขั้นจากการมีปฏิสัมพันธ์และมีประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ

กิดานันท์ มลิทอง (2548) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้ในมุมมองด้านจิตวิทยาของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ สรุปได้ว่า ความรู้เป็นสิ่งที่สร้างขึ้นจากผลของกระบวนการเรียนรู้ และความรู้เป็นแบบลักษณะเฉพาะบุคคลที่สร้างขึ้นมา ไม่เพียงแต่เป็นผลของกระบวนการด้านจิตใจเท่านั้น แต่เป็นผลผลิตพิเศษเฉพาะบุคคลขึ้นอยู่กับประสบการณ์ภายในที่กระบวนการทางด้านจิตใจได้ประสบ และเพื่อสร้างการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นการเรียนจะเปลี่ยนจากการรับแบบไม่กระตือรือร้นมาเป็นการแก้ปัญหาแบบกระฉับกระเฉงแทน โดยผู้เสนอแนวคิดนี้ คือ เพียเจต์ เขาได้กล่าวไว้ว่า เด็กจะสร้างองค์ความรู้ขึ้นในขณะที่ประสบกับข้อมูลที่เป็นความรู้ใหม่ ด้วยการดูดซึมหรือปรับให้เหมาะกับความรู้ที่มีอยู่เดิมเป็นการสร้างดุลยภาพในจิตใจขึ้น ซึ่งการดูดซึมก็คือความสามารถในการตีความหมายของปัญหา หรือจัดปัญหาให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถแก้ไขได้ด้วยมโนทัศน์หรือวิธีการเดิมที่มีอยู่ ส่วนการปรับคือการที่เด็กมีความสามารถในการหาวิธีใหม่หรือการหาคำอธิบายใหม่มาแก้ไขหรือตีความปัญหา เมื่อวิธีเดิมหรือมโนทัศน์เดิมที่มีอยู่ไม่สามารถแก้ปัญหาที่ประสบอยู่ได้ เป็นต้น

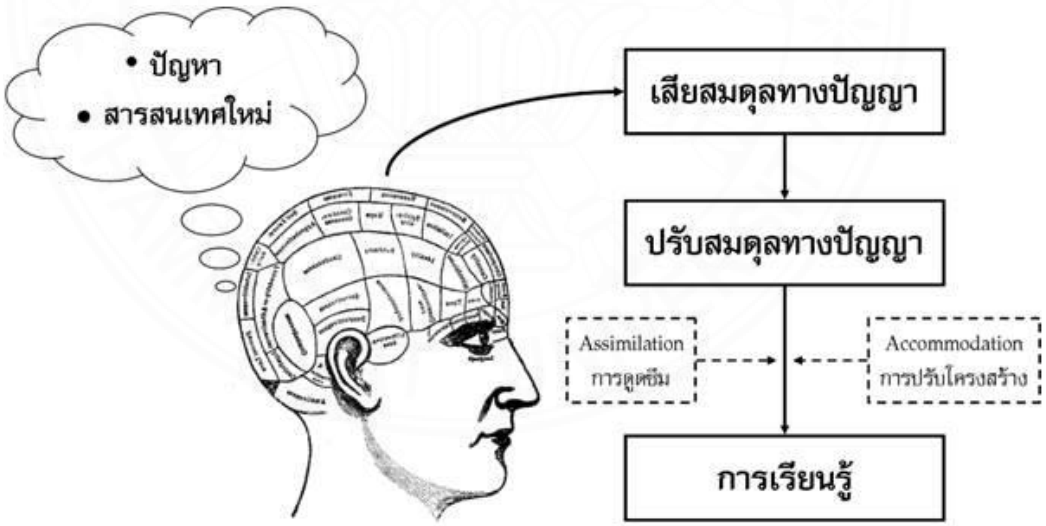
2.1.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ปรากฏแนวคิดที่แตกต่างกันที่สำคัญเกี่ยวกับการสร้างความรู้ หรือการเรียนรู้ จากรายงานของนักจิตวิทยาและนักการศึกษา คือ Jean Piaget นักจิตวิทยาพัฒนาการชาวสวิส และ Lev Vygotsky นักจิตวิทยาชาวรัสเซีย จึงแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

Ref. code: 25635919030063XHM

2.1.2.1 กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา

กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา (Cognitive constructivism) มีรากฐานทางปรัชญาของทฤษฎีที่ว่า การสร้างองค์ความรู้ใหม่เกิดจากความพยายามที่จะเชื่อมโยงของประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ และต้องพิสูจน์ได้อย่างมีเหตุผล เป็นความรู้ที่เกิดจากการพิจารณาไตร่ตรองมาแล้ว ซึ่งถือเป็นปรัชญาปฏิบัตินิยมประกอบกับแนวคิดนี้มีรากฐานทางจิตวิทยาการเรียนรู้จากนักจิตวิทยาพัฒนาการชาวสวิส คือ เพียเจต์ (Piaget, 1960) ซึ่งทฤษฎีของเพียเจต์ จะแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ ช่วงอายุ (Ages) และ ลำดับขั้น (Stages) ซึ่งทั้งสององค์ประกอบนี้จะทำนายว่าเด็กจะสามารถหรือไม่สามารถเข้าใจสิ่งหนึ่งสิ่งใดเมื่อมีอายุแตกต่างกัน และทฤษฎีด้านพัฒนาการที่จะอธิบายว่า ผู้เรียนจะพัฒนาความสามารถทางการรู้คิด (Cognitive abilities) ได้นั้น มนุษย์เราต้อง “สร้าง” ความรู้ด้วยตนเองโดยผ่านทางประสบการณ์ ซึ่งประสบการณ์เหล่านี้จะกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างโครงสร้างทางปัญญา หรือเรียกว่า สกีมา (Schemas) เป็นรูปแบบการทำความเข้าใจ (Mental model) ในสมอง สกีมาเหล่านี้สามารถเปลี่ยนแปลง (Change) ขยาย (Enlarge) และซับซ้อนขึ้นได้โดยผ่านทางกระบวนการ การดูดซึม (Assimilation) และการปรับเปลี่ยน (Accommodation) เพื่อให้เกิดสมดุล (Equilibrium) ภายในตัวบุคคลเอง



ภาพที่ 2.1 แสดงแนวคิดของกลุ่มคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา (อนุชา โสมาบุตร, 2556)

2.1.2.2 กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม

กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social constructivism) มีนักจิตวิทยาคนสำคัญ คือ ไวกอทสกี (Vygotsky, 1980) เขาให้ความสำคัญกับวัฒนธรรมและสังคมมาก เพราะสังคมและวัฒนธรรมเป็นส่วนหนึ่งที่จะส่งเสริมความฉลาดและกระบวนการเรียนรู้ใน

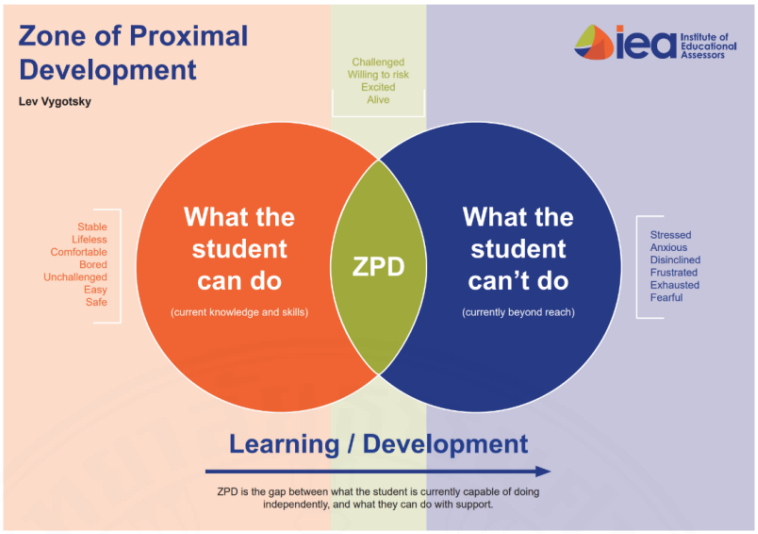
Ref. code: 25635919030063XHM

พัฒนาการของเด็ก ไวกอทสกี เชื่อว่า มนุษย์มีปฏิกิริยาสร้างสื่อสัมพันธ์กับสังคมและวัฒนธรรม ซึ่งจะทำให้มนุษย์มีความฉลาดและแตกต่างจากสัตว์ เขากล่าวไว้ว่า มนุษย์ได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด ซึ่งนอกจากสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติแล้ว ยังมีสิ่งแวดล้อมทางสังคม คือ วัฒนธรรมที่สังคมสร้างขึ้น ดังนั้น สถาบันสังคมต่าง ๆ เริ่มตั้งแต่สถาบันครอบครัว จะมีอิทธิพลต่อพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของแต่ละบุคคล เด็กจะเกิดการเรียนรู้ทางสัญลักษณ์ และคำพูดเป็นครั้งแรกจากสังคม ซึ่งความฉลาดและความสามารถในการสื่อสารด้านภาษานี่เองเป็นพื้นฐานที่ทำให้มนุษย์แตกต่างจากสัตว์ นอกจากนั้นภาษายังเป็นเครื่องมือสำคัญของการคิดและพัฒนาเชาว์ปัญญาขั้นสูง โดยพัฒนาการทางภาษาและพัฒนาการทางความคิดของเด็กจะเริ่มด้วยการพัฒนาที่แยกจากกัน แต่เมื่ออายุมากขึ้นพัฒนาการทั้งสองด้านจะเป็นไปแบบร่วมกัน

แนวคิดของไวกอทสกี กล่าวถึง “พื้นที่รอยต่อพัฒนาการ และการเสริมต่อการเรียนรู้” โดยพื้นที่รอยต่อพัฒนาการเป็นระยะห่างระหว่างระดับพัฒนาการที่เป็นจริงกับระดับพัฒนาการที่สามารถเป็นไปได้ เด็กสามารถแก้ปัญหาที่ยากเกินกว่าระดับพัฒนาการที่แท้จริงของเขาได้ หากได้รับการแนะนำช่วยเหลือหรือได้รับความร่วมมือจากผู้เชี่ยวชาญที่มีความสามารถมากกว่า ซึ่งแนวความคิดเรื่องการเสริมต่อการเรียนรู้เป็นบทบาทของผู้สอนในการส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียนและเตรียมการชี้แนะหรือให้ความช่วยเหลือเพื่อให้ผู้เรียนไปสู่พัฒนาการในระดับที่สูงขึ้น

พื้นที่รอยต่อพัฒนาการ (Zone of proximal development) เป็นสิ่งสำคัญที่สามารถสร้างขึ้นได้ รูปแบบการจัดการเรียนรู้จะต้องคำนึงถึงระดับพัฒนาการ 2 ระดับ คือ ระดับพัฒนาการที่เป็นจริง (Actual development level) และระดับพัฒนาการที่สามารถจะเป็นไปได้ (Potential development level) ซึ่งระยะห่างระหว่างระดับพัฒนาการที่เป็นจริงและระดับพัฒนาการที่สามารถจะเป็นไปได้ เรียกว่า พื้นที่รอยต่อพัฒนาการ (Zone of proximal development) เด็ก ๆ แต่ละคนอาจมีพื้นที่รอยต่อพัฒนาการที่มีความแตกต่างกัน สำหรับเด็กบางคน อาจเป็นไปได้ว่าเขาต้องการความช่วยเหลือในการทำกิจกรรมที่ได้มาจากการเรียนรู้เพียงเล็กน้อย ขณะที่เด็กคนอื่น ๆ สามารถเรียนรู้แบบก้าวกระโดดต่อไปได้ด้วยการได้รับความช่วยเหลือที่น้อยมาก และเป็นไปได้ที่ว่าเด็ก ๆ อาจต้องการความช่วยเหลือในการเรียนรู้ในเรื่องบางเรื่อง ดังนั้น เด็กจะมีการตอบสนองต่อการได้รับความช่วยเหลือที่แตกต่างกันในแต่ละครั้งที่เกิดกระบวนการเรียนรู้

Ref. code: 25635919030063XHM



ภาพที่ 2.2 แสดงพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ (Zone of proximal development)
ที่มา: https://www.sace.sa.edu.au/web/iea/research/assessment-insider/articles/zpd

แนวความคิดเรื่องนี้ กล่าวไว้ว่า การพัฒนาความรู้ความเข้าใจจากมโนทัศน์โดยธรรมชาติไปสู่มโนทัศน์ที่เป็นระบบ จะต้องอาศัยสื่อกลางที่มีความหมาย (Mediation) ดังนี้

ภาษา (Language) ความคิดจะถูกแสดงให้เห็นออกมาผ่านทางภาษา ซึ่งภาษาที่แสดงออกมาจะมีความเป็นเหตุเป็นผลมากขึ้น ก็เป็นผลสืบเนื่องจากการใช้ความคิดที่มากขึ้น (Vygotsky, 1980)

ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social interaction) การที่เด็กมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับพ่อแม่ ครู และคนอื่น ๆ ที่ให้ความเอาใจใส่ ดูแล ช่วยเหลือแก่เด็ก จะช่วยทำให้เด็กได้สร้างและสามารถเรียนรู้ได้อย่างไม่มีขีดจำกัดขึ้นอยู่กับบริบททางสังคม

วัฒนธรรม (Culture) เด็กจะปรับเปลี่ยนความคิดความเข้าใจไปตามประสบการณ์ที่ได้รับจากสังคมและวัฒนธรรมของเขา (Shaffer, 1999)

การเลียนแบบ (Imitation) บทบาทของการเลียนแบบมีความสำคัญต่อการเรียนรู้และพัฒนาการ เช่น ถ้าเด็กกำลังเกิดอุปสรรคในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ครูแก้โจทย์ปัญหาให้เห็นเป็นตัวอย่างบนกระดานดำ ในขณะนั้นเด็กอาจจะเลียนแบบวิธีการแก้ปัญหาของครู

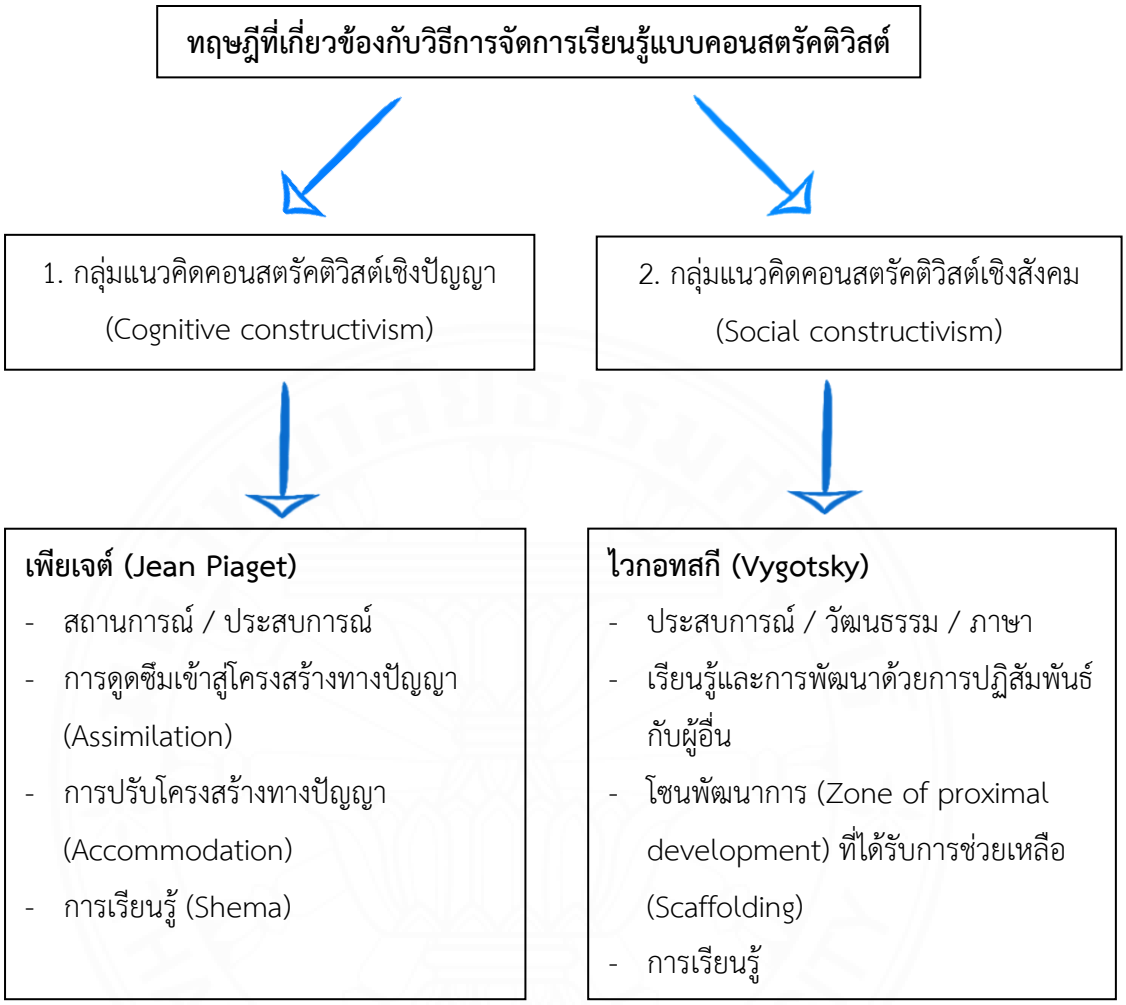
การชี้แนะหรือการช่วยเหลือ (Guidance or assistance) เป็นความร่วมมือทางสังคม (Social collaborative) ที่สนับสนุนให้พัฒนาการทางความรู้ความเข้าใจเกิดการเจริญงอกงาม ซึ่งไวกอทสกีเปรียบเทียบว่าเป็น “นั่งร้าน (Scaffold)” ซึ่งในบริบทที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้หมายถึง “การเสริมต่อการเรียนรู้”

Ref. code: 25635919030063XHM

การเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding) เป็นบทบาทเชิงปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนที่ให้การช่วยเหลือด้วยวิธีการต่าง ๆ ตามสภาพปัญหาที่เผชิญอยู่ในขณะนั้น เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหานั้นด้วยตนเองได้ (Wood, Bruner, & Ross, 1976) เป็นการจัดเตรียมสิ่งที่เอื้ออำนวย การให้การช่วยเหลือ แนะนำ สนับสนุน ในขณะที่ผู้เรียนกำลังแก้ปัญหาหรือกำลังอยู่ในระหว่างการเรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่ง

จากข้อมูลข้างต้นพบว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มีแนวคิดสำคัญแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม นั่นคือ กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา และกลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม ซึ่งทั้ง 2 กลุ่มนี้ต่างก็เชื่อว่าสิ่งแวดล้อม ประสบการณ์ หรือสิ่งใด ๆ ล้วนมีผลกระทบต่อการสร้างความรู้ในตัวบุคคล โดยบุคคลจะตรวจสอบความรู้เดิมของตนเองกับสถานการณ์ที่ได้รับ เมื่อตรวจสอบแล้วสถานการณ์นั้นเหมือนกับสิ่งที่เคยรับรู้ก็จะดูดซึม (Assimilation) เก็บไว้ แต่ถ้าหากสถานการณ์นั้นไม่ตรงกับความรู้เดิมบางส่วนหรือทั้งหมดก็จะนำไปสู่การเกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive conflict) ก่อให้เกิดความไม่สมดุลทางความคิด (Disequilibrium) ดังนั้น ผู้เรียนจะมีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) ให้เข้าสู่ความสมดุล (Equilibrium) นำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ใหม่หรือเกิดการเรียนรู้ (Schema) นั่นเอง ซึ่งถ้าหากผู้เรียนยังไม่สามารถข้ามผ่านบททดสอบหรือสถานการณ์ที่กำหนดขึ้นมาได้ ก็จะมีครูหรือผู้รู้ทำหน้าที่เป็นโค้ชคอยให้ความช่วยเหลือ เพื่อให้ผู้เรียนก้าวข้ามผ่านโซนแห่งพัฒนาการ หรือขอบเขตที่ผู้เรียนจะสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง (Zone of proximal development)

Ref. code: 25635919030063XHM



ภาพที่ 2.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์

จากแนวคิดของกลุ่มการสร้างความรู้ ทั้งกลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา (Cognitive constructivism) และกลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social constructivism) ที่กล่าวมาข้างต้น อนุชา โสมาบุตร (2556) ได้สรุปเป็นสาระสำคัญ ได้ดังนี้

1. ความรู้ของบุคคลใด คือ โครงสร้างทางปัญญาของบุคคลนั้นที่สร้างขึ้นจากประสบการณ์ในการคลี่คลายสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและสามารถนำไปใช้เป็นฐานในการแก้ปัญหาหรืออธิบายสถานการณ์อื่น ๆ ได้

2. ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยวิธีการที่ต่างกัน โดยอาศัยประสบการณ์และโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม รวมทั้งความสนใจและแรงจูงใจภายในตนเองเป็นจุดเริ่มต้น

3. ครูมีหน้าที่จัดนวัตกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ปรับขยายโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนเอง

Ref. code: 25635919030063XHM

2.1.3 หลักการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

การออกแบบการสอนที่มีพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบคอนสตรัคติวิสต์จะอาศัยสองแนวคิดนี้เป็นรากฐานสำคัญ (สุมาลี ชัยเจริญ, 2557) ของนักจิตวิทยา และนักการศึกษา 2 ท่านนี้ คือ Jean Piaget ชาวสวิส และ Lev Vygotsky ชาวรัสเซีย รูปแบบการสอนจะมุ่งเน้นการสร้างความรู้ใหม่อย่างเหมาะสมต่อบุคคลแต่ละคน ซึ่งการสอนในรูปแบบนี้ให้ความสำคัญกับสิ่งแวดล้อม (Duffy & Cunningham, 1996) เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือทำ

รูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญา (Cognitive constructivism) นำเสนอโดย DeVries and Kohlberg (1987) สอดคล้องกับแนวคิดของ เพียเจต์ ที่ใช้เป็นหลักการสำคัญในการจัดการเรียนการสอน ดังนี้

1. ส่งเสริมให้ผู้เรียนทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเองตามความสนใจ เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ มีประสบการณ์ตรง ใช้การลองผิด ลองถูก และการค้นหาวิธีแก้ปัญหา อันเป็นสิ่งจำเป็นต่อการดูดซึมและการปรับเปลี่ยนของข้อมูล ซึ่งวิธีการที่ผู้เรียนได้ทำการทดลองก็เป็นวิธีหนึ่งที่ผู้เรียนเองได้ลงมือกระทำ

2. ครูมีบทบาทเป็นเหมือนเพื่อน ผู้แนะนำ กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ริเริ่ม เล่น ทดลอง ให้เหตุผล และให้ความร่วมมือกับผู้เรียน ใช้การควบคุมหรือออกคำสั่งกับผู้เรียนน้อยที่สุด เน้นการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริงในห้องเรียน โดยผู้เรียนจะมีโอกาสสร้างความรู้ผ่านประสบการณ์ความรู้ของตนเองที่ไม่ได้มาจากการบอก หรือการสอนของครู

3. ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีโอกาสร่วมมือกับบุคคลอื่น ได้เรียนรู้และแก้ปัญหาความขัดแย้งอย่างสันติวิธี

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social constructivism) เป็นทฤษฎีที่มีรากฐานมาจาก ไวกอทสกี มีแนวคิดสำคัญที่ว่า “ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาด้านพุทธิปัญญา” กลยุทธ์ทางเรียนรู้ตามแนวคิดของ ไวกอทสกี อาจจะไม่จำเป็นต้องจัดกิจกรรมที่เหมือนกันทุกอย่างก็ได้ กิจกรรมและรูปแบบอาจเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสม แต่อย่างไรก็ตามจะมีหลักการ 4 ประการ (อนุชา โสมาบุตร, 2556) ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในชั้นเรียนที่เรียกว่า “Vygotskian” หรือตามแนว Social constructivism ดังนี้

1. การเรียนรู้และการพัฒนา คือ ด้านสังคม ได้แก่ กิจกรรมการร่วมมือ (Collaborative activity)

2. ควรสนองต่อแนวทางการจัดหลักสูตร และการวางแผนบทเรียนด้วยการคำนึงถึง พื้นที่รอยต่อพัฒนาการ (Zone of proximal development) ด้วย

3. การเรียนรู้ในโรงเรียนควรเกิดขึ้นในบริบทที่มีความหมาย และไม่ควรแยกออกจากการเรียนรู้ และความรู้ที่ผู้เรียนพัฒนามาจากสภาพชีวิตจริง

Ref. code: 25635919030063XHM

4. ประสบการณ์นอกโรงเรียนควรจะมีการเชื่อมโยงนำมาสู่ประสบการณ์ในโรงเรียนของผู้เรียน

Yager (1991) นำเสนอโมเดลการเรียนการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ โดยแบ่งเป็น 4 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นเชิญชวน
2. ขั้นสำรวจ
3. ขั้นการนำเสนอคำอธิบายและคำตอบของปัญหา
4. ขั้นนำไปปฏิบัติ

Bednar, Cunningham, Duffy, and Perry (1992) ได้ให้ข้อตกลงเบื้องต้นของการออกแบบการสอนที่มีพื้นฐานจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) ไว้ดังนี้

1. การสร้างการเรียนรู้ (Learning constructed) ความรู้จะถูกสร้างจากประสบการณ์ การเรียนรู้ ด้วยการดูดซึมข้อมูล แล้วนำไปสู่เป็นกระบวนการสร้างสิ่งหนึ่งขึ้นแทนความรู้ (Representation) ในสมองที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างขึ้นเอง

2. การแปลความหมายของแต่ละคน (Interpretation personal) การเรียนรู้เป็นการแปลความหมายตามสภาพจริง (Real world) ของแต่ละคน การเรียนรู้เป็นผลจากการแปลความหมายตามประสบการณ์ของแต่ละคน

3. การเรียนรู้เกิดจากการลงมือกระทำ (Learning active) การเรียนรู้เป็นการที่ผู้เรียนได้ลงมือกระทำ ซึ่งเป็นการสร้างความหมายที่พัฒนาโดยอาศัยพื้นฐานของประสบการณ์

4. การเรียนรู้ที่เกิดจากการร่วมมือ (Learning collaborative) เป็นการพัฒนาความคิดรวบยอดของตนเองที่ได้มาจากการร่วมแบ่งปันแนวคิดที่หลากหลายกับสมาชิกในกลุ่ม และในขณะเดียวกันก็เกิดการปรับเปลี่ยนการสร้างสิ่งแทนความรู้ในสมอง (Knowledge representation) หรือการจัดเก็บองค์ความรู้ไว้ใช้เพื่อแก้ปัญหาต่อไป ซึ่งในขณะที่มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้โดยการอภิปรายเสนอความคิดเห็นที่หลากหลาย ของแต่ละคน ผู้เรียนจะมีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างความรู้ของตนด้วยและสร้างความหมายของตนเองขึ้นมาใหม่ ซึ่งตรงกับแนวคิด Knuth and Cunningham (1993) ที่กล่าวว่า “บทบาทของการศึกษา คือ การส่งเสริมให้เกิดความร่วมมือกับคนอื่นจากการร่วมแสดงแนวคิดที่หลากหลายที่ จะทำให้เกิดปัญหาเฉพาะและนำไปสู่การเลือกจุดหรือสถานการณ์ที่พวกเขาจะยอมรับ ในระหว่างกัน”

5. การเรียนรู้ที่เหมาะสม (Learning situated) ควรเกิดขึ้นในสภาพชั้นเรียนจริง (Situated or anchored) “การเรียนรู้ต้องเหมาะสมกับบริบทของสภาพจริง หรือสะท้อนบริบทที่เป็นสภาพจริง”

Ref. code: 25635919030063XHM

6. การทดสอบเชิงการบูรณาการ (Testing integrated) การทดสอบควรจะเป็นการบูรณาการเข้ากับภารกิจการเรียน (Task) ไม่ควรเป็นกิจกรรมที่แยกออกจากบริบท การเรียนรู้ “การวัดการเรียนรู้ เป็นวิธีการที่ผู้เรียนใช้โครงสร้างความรู้เป็นเครื่องมือในการส่งเสริมให้เกิดการคิดในเนื้อหาการเรียนรู้นั้น ๆ”

Jia (2010) ได้สรุปหลักการประยุกต์ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์สู่การเรียนการสอนในห้องเรียนไว้ ดังนี้

1. ควรเปลี่ยนการเรียนการสอน จากการเรียนการสอนแบบเดิมที่ผู้สอนเป็นผู้บรรยาย เป็นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยกระบวนการ โดยผู้เรียนเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้ และให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ จะทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

2. เน้นการเรียนรู้แบบร่วมมือ การสื่อสาร ในกระบวนการสร้างความรู้ ผู้เรียนต้องให้ร่วมมือและมีสื่อสารระหว่างกันและกัน นั่นจะทำให้ผู้เรียนได้ขยายมุมมอง และสร้างความรู้ด้วยตนเอง

3. ผู้สอนควรให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ เนื่องจากผู้เรียนเริ่มต้นเรียนรู้ โดยมีความรู้และประสบการณ์เดิมมาก่อน

4. การเรียนการสอนควรเปลี่ยนความสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียนจากผู้สอนที่เป็นผู้สั่งการเป็นผู้สอนที่ให้อิสระแก่ผู้เรียนในการคิดและการสื่อสาร สร้างสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้ที่ดี ที่ช่วยให้ผู้เรียนสำรวจและค้นหาความรู้ใหม่ได้ เช่น การศึกษาจากสถานการณ์จริง สถานการณ์เสมือนจริง หรือสิ่งแวดล้อม

Calık et al. (2007) ได้นำกลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนที่พัฒนาขึ้นจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มาปรับใช้และออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมี โดยใช้กลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ประกอบด้วยขั้นตอนการสอน 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Pre-existing ideas) เน้นการตรวจสอบความรู้หรือมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมของผู้เรียน

2. ขั้นเน้นมโนทัศน์เป้าหมาย (Focusing on the target concept) เน้นการทำกิจกรรมเป็นกลุ่มย่อยและอภิปรายร่วมกัน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ผ่านกิจกรรม และส่งผลให้ผู้เรียนปรับเปลี่ยนมโนทัศน์และสามารถสร้างมโนทัศน์ด้วยตัวเอง

3. ขั้นท้าทายความคิด (Challenging students’ ideas) ในขั้นนี้ผู้เรียนจะได้รับการส่งเสริมให้แสดงความรู้ความเข้าใจของตนจากสถานการณ์ที่กำหนดขึ้น นอกจากนั้นยังเป็นการตรวจสอบความเข้าใจ มโนทัศน์ของผู้เรียน

Ref. code: 25635919030063XHM

4. ขั้นการประยุกต์ความรู้ (Applying newly constructed ideas to similar situation) เน้นการให้ผู้เรียนนำมโนทัศน์ที่ถูกต้องไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนหรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน

ทิศนา แขมมณี (2551) เสนอวิธีการนำทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ไปใช้ในการเรียนการสอนไว้ ดังนี้

1. ผลของการเรียนรู้มุ่งเน้นไปที่กระบวนการสร้างความรู้และการตระหนักรู้ในกระบวนการนั้น เป้าหมายการเรียนรู้จะต้องมาจากการปฏิบัติงานจริง ครูต้องเป็นตัวอย่างและฝึกฝนกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเห็น

2. เป้าหมายของการสอน จะเปลี่ยนจากการถ่ายทอดให้ผู้เรียนได้รับสาระความรู้ ที่แน่นอนตายตัว ไปสู่การสาธิตกระบวนการแปลและสร้างความหมายที่หลากหลาย การเรียนรู้ทักษะต่าง ๆ จะต้องให้มีประสิทธิภาพถึงขั้นทำได้และแก้ปัญหาจริงได้

3. ในการเรียนการสอน ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างตื่นตัว ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้จัดกระทำ กับข้อมูลหรือประสบการณ์ต่าง ๆ และจะต้องสร้างความหมายให้กับสิ่งนั้นด้วยตนเอง กิจกรรมการเรียนการสอนเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ วัสดุอุปกรณ์ สิ่งของต่าง ๆ ผู้เรียนจัดกระทำ ศึกษา สำรวจ วิเคราะห์ ทดลอง ลองผิดลองถูกกับสิ่งนั้น ๆ จนเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจขึ้น ดังนั้น ความเข้าใจเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจากกระบวนการคิด

4. ครูจะต้องพยายามสร้างบรรยากาศทางสังคมจริยธรรมให้เกิดขึ้น กล่าวคือ ผู้เรียนต้องมีโอกาสเรียนรู้ในบรรยากาศที่เอื้อต่อการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม การร่วมมือและการแลกเปลี่ยนความรู้ความคิด และประสบการณ์ระหว่างผู้เรียนกับบุคคลอื่น ซึ่งจะช่วยให้การเรียนรู้ ของผู้เรียนกว้างขึ้น ซับซ้อนขึ้น และหลากหลายขึ้น

5. ในการเรียนการสอน ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มที่ โดยผู้เรียนจะนำตนเองและควบคุมตนเองในระหว่างการเรียนรู้

6. บทบาทการสอนของครูเปลี่ยนจากการเป็นผู้ถ่ายทอด ไปเป็นผู้ให้ความร่วมมือ อำนวยความสะดวกและช่วยเหลือผู้เรียนในการเรียนรู้

7. การประเมินผลการเรียนการสอน ต้องเป็นไปตามสภาพจริงและหลากหลายวิธียืดหยุ่นไปตามลักษณะความสนใจ และสร้างความหมายที่แตกต่างกันของแต่ละบุคคล

จากการศึกษาค้นคว้ารูปแบบการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ มีผู้กำหนดขั้นตอนการสอนดังแสดงในตารางที่ 2.1

Ref. code: 25635919030063XHM

ตารางที่ 2.1

แสดงการเปรียบเทียบผู้ออกแบบกับขั้นตอนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

ผู้ออกแบบ	ขั้นตอนการสอน
DeVries and Kohlberg (1987)	1. ส่งเสริมให้ผู้เรียนทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเองตามความสนใจ 2. ครูมีบทบาทเป็นเหมือนเพื่อน หรือผู้แนะนำ 3. ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีโอกาสร่วมมือกับบุคคลอื่น ได้เรียนรู้และแก้ปัญหาความขัดแย้งอย่างสันติวิธี
Bednar et al. (1992)	1. การสร้างการเรียนรู้ (Learning constructed) 2. การแปลความหมายของแต่ละคน (Interpretation personal) 3. การเรียนรู้เกิดจากการลงมือกระทำ (Learning active) 4. การเรียนรู้ที่เกิดจากการร่วมมือ (Learning collaborative) 5. การเรียนรู้ที่เหมาะสม (Learning situated) 6. การทดสอบเชิงการบูรณาการ (Testing integrated)
Yager (1991)	1. ขั้นเชิญชวน 2. ขั้นสำรวจ 3. ขั้นการนำเสนอคำอธิบายและคำตอบของปัญหา 4. ขั้นนำไปปฏิบัติ
Calık et al. (2007)	1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม 2. ขั้นเน้นมโนทัศน์เป้าหมาย 3. ขั้นท้าทายความคิด 4. ขั้นการประยุกต์ความรู้
ทิศนา แขมมณี (2551)	1. ผลของการเรียนรู้มุ่งเน้นไปที่กระบวนการสร้างความรู้และการตระหนักรู้ 2. เป้าหมายของการสอนเปลี่ยนจากการถ่ายทอดจากผู้สอนเป็นการสาธิตกระบวนการแปลและสร้างความหมายที่หลากหลาย 3. ผู้เรียนจะต้อง เป็นผู้จัดกระทำ กับข้อมูลหรือประสบการณ์ต่าง ๆ 4. ครูเป็นผู้สร้างบรรยากาศที่เอื้อต่อการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม 5. ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มที่ 6. ครูเปลี่ยนจากการเป็นผู้ถ่ายทอด ไปเป็นผู้ให้ความร่วมมือ อำนวยความสะดวกและช่วยเหลือผู้เรียนในการเรียนรู้ 7. การประเมินผลการเรียนการสอน ต้องเป็นไปตามสภาพจริงและหลากหลาย

Ref. code: 25635919030063XHM

ตารางที่ 2.1

แสดงการเปรียบเทียบผู้ออกแบบกับขั้นตอนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (ต่อ)

ผู้ออกแบบ	ขั้นตอนการสอน
อนุชา โสมาบุตร (2556)	1. การเรียนรู้และการพัฒนาด้านสังคม โดยใช้กิจกรรมการร่วมมือ (Collaborative activity) 2. ควรสนองต่อแนวทางการจัดหลักสูตร และการวางแผนบทเรียน (Zone of proximal development) 3. การเรียนรู้ในโรงเรียนควรเกิดขึ้นในบริบทที่มีความหมาย และไม่ควรแยกออกจากการเรียนรู้ และความรู้ที่ผู้เรียนพัฒนามาจากสภาพชีวิตจริง 4. ประสบการณ์นอกโรงเรียนควรจะมีการเชื่อมโยงนำมาสู่ประสบการณ์ในโรงเรียนของผู้เรียน

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) สามารถนำมาพัฒนาผู้เรียนให้มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้นได้ เช่น งานวิจัยของ Calık et al. (2007) และ Kurt and Ayas (2012) พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบสี่ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Pre-exiting ideas) เป็นขั้นตอนที่ใช้สำรวจความรู้เดิมของผู้เรียน ด้วยการใช้คำถาม หรือสถานการณ์กระตุ้นให้ผู้เรียนระลึกถึงความรู้เดิมที่จะนำมาใช้ในการนำไปต่อยอดเพื่อสร้างความรู้ใหม่ 2) ขั้นเน้นมโนทัศน์เป้าหมาย (Focusing on the target concept) เป็นขั้นตอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าข้อมูล ทำการทดลอง แล้วร่วมกันอภิปรายผลในกลุ่มย่อยเพื่อให้ผู้เรียนได้สำรวจและตรวจสอบความรู้เดิมของตนเอง และนำไปเชื่อมโยงกับการการสร้างความรู้ใหม่ 3) ขั้นท้าทายความคิด (Challenging students' ideas) เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนช่วยตรวจสอบความถูกต้องเกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจของนักเรียนที่นักเรียนสร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง และ 4) ขั้นการประยุกต์ความรู้ (Applying newly constructed ideas to similar situation) เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำมโนทัศน์ที่เรียนรู้ไปประยุกต์ในสถานการณ์อื่น ๆ ซึ่งวิธีการดังกล่าวใช้ทดลองในวิชาวิทยาศาสตร์กับผู้เรียนในประเทศตุรกีในระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 และ 4 ช่วยทำให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของมาลีรัตน์ กระต่ายทอง (2554) ที่ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งผลการทดลองพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์สูงขึ้น เช่นเดียวกับ

Ref. code: 25635919030063XHM

ธนธัญ ฝีมือสาร (2559) ได้ใช้วิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ฟิสิกส์และเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส และคะแนนเฉลี่ยเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์หลังการทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ ยังมีการวิจัยของ วิมลนันท์ ศรีภูธร (2559) ที่ทำการศึกษา เรื่อง ผลการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้เนื้อหาเรื่องชีวิตกับสิ่งแวดล้อม แล้วพบว่า เมื่อนักเรียนเรียนรู้ด้วยกระบวนการคอนสตรัคติวิสต์ แล้วนักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และมีผลสัมฤทธิ์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อีกทั้งวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์นี้ยังได้ทำการศึกษาในกลุ่มเด็กปฐมวัยด้วย โดย ธิดา ภูประทาน (2542) ได้ทำการศึกษาวิจัย เรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมความรู้ทางกายภาพตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ที่มีต่อมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของเด็กวัยเตาะแตะ พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลอง มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

2.2.1 ความหมายและขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) (The 5E's of inquiry-based learning) เป็นกลยุทธ์การสอนที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจในสิ่งที่เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยสร้างทั้งความสนใจ กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ และพัฒนาทักษะการเรียนรู้โดยใช้การตั้งคำถาม (Inquiry) เป็นพื้นฐานในการให้ผู้เรียนได้นำประสบการณ์ที่เรียนรู้หรือฝึกฝน มาทดลองปฏิบัติหรือการหาคำตอบทำให้เกิดเป็นการเรียนรู้จากความเข้าใจที่ผู้เรียนค่อยๆ สร้างขึ้นมา โดยผู้สอนจะเป็นผู้ช่วยแนะนำแก้ไขและเสริมต่อในส่วนที่จำเป็น

ความเป็นมาของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ได้มาจากนักการศึกษาสองท่าน คือ J. Myron Atkin และ Robert Karplus ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนไว้ในปี ค.ศ. 1962 โดยมีพื้นฐานแนวคิดมาจากงานของ Robert Piaget ซึ่งเป็นผู้บุกเบิกแนวคิดเกี่ยวกับความฉลาดทางความคิดและการเรียนรู้ของนักเรียน โดยรูปแบบการเรียนการสอนของ Karplus (1967) ในตอนแรกมีเพียง 3 ลำดับ (Phases) ได้แก่

1) การสืบค้น (Exploration) เป็นการสร้างความสนใจในเรื่องที่จะเรียนรู้ให้เกิดกับผู้เรียน ให้ผู้เรียนได้ตั้งคำถาม แยกแยะประเด็นที่ตนเข้าใจหรือไม่เข้าใจจากพื้นฐานความคิดที่ตนมีอยู่

Ref. code: 25635919030063XHM

2) การนำเสนอแนวคิดใหม่ (Concept introduction) โดยผู้สอนจะเป็นผู้เปิดประเด็นและกระตุ้นให้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันระหว่างผู้สอนและผู้เรียน

3) การสร้างความเข้าใจให้เกิดกับผู้เรียน (Concept attainment) เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนนำความรู้ความเข้าใจที่ได้ไปปรับใช้ในสถานการณ์อื่นและประเมินว่าความเข้าใจของตนมีความสมบูรณ์ถูกต้องแล้วหรือไม่

Karplus และ Thier (1967) ได้ร่วมกันเขียนบทความเกี่ยวกับวงจรการเรียนรู้ลงในวารสาร Science Teacher ในปี ค.ศ. 1967 โดยได้รับการสนับสนุนจากโครงการปรับปรุงหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ (Science curriculum improvement study: SCIS) และได้นำแนวคิดดังกล่าวไปใช้อย่างกว้างขวางในการจัดทำหลักสูตรการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์

Roger W. Bybee (1988) แห่งสถาบันศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ชีววิทยา (The biological science curriculum study: BSCS) ได้นำแนวคิดของ Karplus และ Thier มาปรับปรุงเป็น 5E Instructional model หรือบางครั้งเรียกว่า วงจรการเรียนรู้แบบ 5E (5E learning cycle) ในปี ค.ศ. 1987 รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 5E นอกจากจะมีพื้นฐานมาจากแนวคิดของ Karplus และ Thier แล้ว ยังมีพื้นฐานมาจากแนวคิดเรื่องปรัชญาการเรียนรู้ด้วยการทดลองของ John Dewey (1986) วงจรการเรียนรู้ด้วยการทดลองของ David Kolb (2009) และทฤษฎีสร้างเสริมความรู้จากการต่อยอดประสบการณ์ (Constructivist theory) ซึ่งมีสมมุติฐานว่า การเรียนรู้ไม่ได้เกิดจากการดูดซับความรู้ (Passive absorption) แต่เกิดจากการเรียนรู้แบบลงมือทำ (Active learning) ซึ่งผู้เรียนไม่ควรเรียนรู้จากการฟังและการอ่านเท่านั้น

รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ประกอบด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ 5 ลำดับ คือ Engagement, Exploration, Explanation, Elaboration และ Evaluation โดยในส่วนการประเมินผล แม้จะจัดไว้เป็นลำดับสุดท้าย แต่ในทางปฏิบัติ การประเมินผลจะกระทำตั้งแต่ลำดับแรกและจะยังไม่เปลี่ยนไปสู่ลำดับถัดไปจนกว่าจะประเมินแล้วว่าผู้เรียนมีความรู้และความเข้าใจตามมาตรฐานหรือเป้าหมายที่กำหนดไว้ในแต่ละลำดับนั้นแล้ว

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2546) ได้นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) (The 5E's of inquiry-based learning) มาใช้โดยมีลำดับขั้นตอนการสอนแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน โดยการเตรียมตัวนักเรียนด้วยการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและพร้อมที่จะเรียนโดยการเลือกใช้กิจกรรมต่าง ๆ เช่น การสนทนาซักถามทบทวนบทเรียนที่ผ่านมา

2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนวางแผนให้ผู้เรียนทำการศึกษาค้นคว้า เพื่อตอบคำถามของสิ่งที่สนใจจากขั้นแรก เป็นการดำเนินกิจกรรมการเรียน

Ref. code: 25635919030063XHM

การสอน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนด้วยวิธีการต่าง ๆ โดยครูใช้วิธีบรรยาย หรือให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาในบทเรียน เนื้อหาเสริมจากใบความรู้ ดูวีดีโอ หรือให้นักเรียนทำการทดลองตามที่ครูกำหนดให้

3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นการสรุปเนื้อหาสาระและความคิดรวบยอดที่ได้รับจากการทำกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้กิจกรรมการสรุปในลักษณะต่าง ๆ เช่น การรายงานผลการทดลอง การสังเกต การตอบคำถาม หรือแบบฝึกหัด เป็นต้น

4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่ได้จากการทำการสำรวจค้นคว้ามาแล้ว มาเชื่อมโยงกับเหตุการณ์หรือสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่ครูกำหนดให้

5) ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด โดยการทำใบกิจกรรม แบบฝึกหัดในหนังสือ หรือแบบทดสอบประจำหน่วยการเรียนรู้ เป็นต้น

2.2.2 ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ระบบการศึกษาไทยในปัจจุบันที่ยังไม่เอื้อให้เด็กทดลองสืบค้น หาคำตอบของปัญหาด้วยตัวเอง แต่มักจะใช้วิธีให้เด็กเรียนรู้ข้อเท็จจริงจากกิจกรรมสำเร็จรูป จนทำให้เด็กไม่ต้องคิดอะไรเพิ่มเติมโดยเฉพาะการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งจำเป็นจะต้องใช้การทดลอง สืบค้นสำรวจหลักฐาน และใช้หลักเหตุผลมาสรุป เพื่อให้ได้คำตอบด้วยตัวเอง (ชุลีพร บุตรโคตร, 2555) รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) จัดเป็นรูปแบบการสอนแบบ Active learning คือ รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบที่ผู้เรียนต้องลงมือทำด้วยตนเอง สรุปลงความเห็น รวบรวมข้อมูลข่าวสาร มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วม ได้แสดงออกถึงการเรียนรู้ สรุปลงความเห็นและรวบรวมข่าวสารข้อมูล แต่การจัดการเรียนแบบนี้ในประเทศไทยก็ยังไม่ก่อให้เกิดความสำเร็จเท่าใดนัก เนื่องมาจากครูผู้สอนเป็นผู้ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ Passive learning คือ การเรียนการสอนที่ผู้สอนแสดงฝ่ายเดียวโดยผู้เรียนนั่ง นิ่งเฉยมาตลอด ทำให้มีความคุ้นเคยกับรูปแบบการเรียนในรูปแบบดังกล่าว เมื่อมีการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ หรือ ทำการทดลอง นักเรียนทำทดลองตามขั้นตอนที่เขียนไว้ในแต่ละการทดลองโดยไม่ได้ตระหนักว่าจะทำการทดลองเพื่อตอบปัญหาอะไร ไม่ได้ออกแบบการทดลองด้วยตนเอง แต่ผู้เรียนจะทำตามขั้นตอนที่บอกไว้ในคู่มือ มีการบันทึกผลการทดลองตามที่คู่มือปฏิบัติการที่เขียนไว้แล้วเท่านั้น (วิชาญ คงธรรม, ม.ป.ป.) ซึ่งจะเห็นได้หลังจากทำการทดลองเสร็จแล้ว ผู้เรียนไม่สามารถสรุปผลการทดลองได้ นั่นเกิดมาจาก ผู้เรียนได้เรียนปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์แบบทำตามคำบอก ไม่ได้ใช้ความคิดและสร้างความหมายของการเรียนรู้เลย และจากการรวบรวมข้อมูลจากผลวิจัยหลายฉบับ (วนิดา สุขสมโสด, 2554; วิลัยลักษณ์ จันทะขิน, 2555; อาดีละห์ เจ๊ะแม, 2561) พบว่า

Ref. code: 25635919030063XHM

1) กระบวนการจัดการเรียนการสอนแบบการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ครูผู้สอนส่วนใหญ่ดำเนินการในขั้นตอนการสร้างความสนใจ (Engage) การสำรวจและค้นหา (Explore) การอธิบาย (Explain) ส่วนขั้นตอนการขยายความรู้ (Elaborate) และการประเมินผล (Evaluate) ครูดำเนินการน้อยมาก ส่งผลให้การเรียนการสอนส่วนมากนั้นบทบาทอยู่ที่ครู โดยครูเป็นผู้นำอภิปรายตั้งคำถามให้นักเรียนตอบ ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนสงสัยใคร่รู้และคิด แต่คำถามส่วนมากเป็นคำถามวัดความจำ และความเข้าใจ นอกจากนั้นยังใช้วิธีสอนแบบแก้ปัญหาโดยอ้อม คือ กิจกรรมการเรียนการสอนเป็นกิจกรรมให้คิดและปฏิบัติตามแนวทางที่กำหนดให้ และให้นักเรียนปฏิบัติงานกลุ่มโดยมีครูเป็นที่ปรึกษาชี้แนะ กระตุ้นการเรียนรู้ ผู้เรียนไม่ได้สนใจใคร่รู้และคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยตนเอง

2) ความสามารถในการใช้ความคิดของนักเรียนเกิดขึ้นน้อย เนื่องมาจากระหว่างทำการจัดการเรียนรู้ นักเรียนไม่ได้แสดงออกถึงความสามารถในการอธิบายผลการทดลองให้ชัดเจนหรือให้เหตุผลในการตอบ รวมถึงการลงข้อสรุปจากการสังเกต หรือทำการทดลองอย่างสมเหตุสมผล อีกทั้งการอภิปรายผลการทดลองจะใช้วิธีตอบสั้นๆ ไม่ครบประเด็น ซึ่งผลการทดสอบก่อนและหลังทำการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) พบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารญาณ นักเรียนส่วนมากยังคงมีอยู่ในระดับการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นใช้การตอบโดยให้เหตุผลสั้น ๆ ไม่ครอบคลุม รองลงมา คือ นักเรียนมีพัฒนาการด้านการคาดคะเน หรือคาดเดาอย่างสมเหตุสมผล (สมมติฐาน) ส่วนความสามารถในการแก้ปัญหานั้น นักเรียนส่วนมากยังไม่เข้าใจปัญหาและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนยังลดลงจากเดิม ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์หลังจากได้รับการสอนแล้วนักเรียนส่วนมากมีความคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับการระดมความคิด และเมื่อพิจารณาระดับการพัฒนา พบว่านักเรียนส่วนมากมีความคิดสร้างสรรค์พัฒนาขึ้นจากระดับเดิม และจากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนจากแบบทดสอบ พบว่า นักเรียนส่วนมากเขียนตอบสั้นๆ ไม่ชัดเจน ไม่ครบประเด็น ไม่อธิบายบริบท ไม่เชื่อมโยงข้อมูลกับความรู้เดิมหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ ไม่ค่อยให้เหตุผล ขาดความรู้พื้นฐาน การเรียบเรียงคำบรรยายสับสน

ผลการวิจัยของ วนิดา สุขสมโสด (2554), วิลัยลักษณ์ จันทะขิน (2555), สถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557), และ อาดีละห์ เจ๊ะแม (2561) ทำให้เล็งเห็นข้อจำกัดที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ในแต่ละขั้นตอนเป็นดังนี้

Ref. code: 25635919030063XHM

ตารางที่ 2.2

แสดงลักษณะของการนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไปใช้ในบทบาทของครูผู้สอน และนักเรียน

ขั้นตอนการสอน	**สิ่งที่ปฏิบัติขณะสอน / เรียน แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)**	
	ครูผู้สอน	**นักเรียน**
1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)	- อธิบายมโนทัศน์ - ให้คำจำกัดความและคำตอบ - สรุปให้ - จัดหาข้อสรุป - ใช้วิธีการบรรยาย	-
2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)	- หาคำตอบให้ - บอกหรืออธิบายวิธีการทำงานเพื่อแก้ปัญหา - บอกนักเรียนเมื่อนักเรียนทำผิด - ให้ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ใช้แก้ปัญหา - นำนักเรียนให้แก้ปัญหาไปทีละขั้นตอน	-
3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)	- ยอมรับการอธิบายโดยไม่มีหลักฐาน - ไม่สนใจที่จะทำให้คำอธิบายของนักเรียนเกิดความกระจ่าง - แนะนำมโนทัศน์หรือทักษะที่ไม่เกี่ยวข้อง	- เสนอคำอธิบายโดยไม่มีการเชื่อมโยงกับกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติ - ยกตัวอย่างและประสบการณ์ที่ไม่สอดคล้อง - ยอมรับคำอธิบายโดยไม่พิจารณา - ไม่สนใจคำอธิบายของคนอื่นๆ
4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)	- จัดหาคำตอบ หรือหาคำจำกัดความให้ - บอกนักเรียนเมื่อนักเรียนทำผิด - บรรยาย หรืออธิบายวิธีการทำงานเพื่อแก้ปัญหา	- ทำกิจกรรมไปเรื่อย ๆ โดยไม่มีเป้าหมายชัดเจน - ไม่สนใจข้อมูลหรือหรือหลักฐานที่มี - สร้างข้อสรุปเองแบบไม่มีเหตุผลสนับสนุน

Ref. code: 25635919030063XHM

ตารางที่ 2.2

แสดงลักษณะของการนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไปใช้ในบทบาทของครูผู้สอน และนักเรียน (ต่อ)

ขั้นตอนการสอน	สิ่งที่ปฏิบัติขณะสอน / เรียน แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)	
	ครูผู้สอน	นักเรียน
	- นำนักเรียนแก้ปัญหาไปทีละขั้นตอน	- ใช้การอธิปรายที่ได้จากครูผู้สอน
5) ขั้นประเมิน (Evaluation)	- ทดสอบความรู้ ความจำเป็นสำคัญ - แนะนำมโนทัศน์ หรือแนวคิดใหม่ โดยไม่ได้ให้ผู้เรียนคิดด้วยตนเอง	- สร้างข้อสรุปโดยไม่มีหลักฐานหรือคำอธิบายที่เป็นที่ยอมรับมาก่อน - เสนอคำตอบผิดหรือถูก คำอธิบายหรือคำจำกัดความที่เป็นความจำ - ล้มเหลวที่จะอธิบายด้วยคำพูดของตนเอง - เสนอแนะหัวข้อที่ไม่เกี่ยวข้อง

ที่มา : (ประภัสรา โคตะขุน, 2553)

จากตารางที่ 2.2 แสดงให้เห็นข้อจำกัดอันเกิดจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ทั้งในส่วนของครูผู้สอนและนักเรียน ส่งผลให้การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบนี้ยังต้องได้รับการแก้ไข เพื่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายด้วยตนเองของผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุด

2.3 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

2.3.1 ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีเป้าหมายที่สำคัญ คือ การพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อเท็จจริง กฎ หลักการ และทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ และต้องมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific concept) ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญที่ผู้เรียนจะนำไปเชื่อมโยงเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ ผู้เรียนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อความเข้าใจในทางธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น ดังนั้น ความเข้าใจในมโนทัศน์จึงมีความสำคัญต่อการเรียนวิทยาศาสตร์

Ref. code: 25635919030063XHM

และเป็นพื้นฐานของการสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)

จากการศึกษาเอกสารต่าง ๆ พบว่ามีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็นดังนี้

Sund and Trowbridge (1973) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การศึกษาสิ่งที่เป็นนามธรรมโดยการใช้ประสาทสัมผัสในการสังเกตและสร้างให้เป็นรูปธรรม เช่น การศึกษากระบวนการการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

Jacobson and Bergman (1980) กล่าวว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ คือ ความคิดที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ทางธรรมชาติ สามารถพัฒนาผ่านประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย โดยเด็กจะพัฒนามโนทัศน์เมื่อเขาเข้าใจสิ่งที่เกิดขึ้นจากการสำรวจ ตรวจสอบ ปฏิบัติการทดลอง และประสบการณ์วิทยาศาสตร์อื่น ๆ และเชื่อมโยงความเข้าใจนี้กับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2550) กล่าวว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ คือ องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดจากการนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง

สุทธินี เพชรทองคำ (2556) ได้สรุปมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ คือ ความคิดหลักหรือ ความคิดสำคัญเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งได้จากการสังเกตและนำมาจำแนกประเภทลักษณะเฉพาะร่วมของสิ่งนั้น ๆ

จากความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่มีผู้ให้ความหมายไว้หลากหลายนั้น จะเห็นได้ว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์นั้นเป็นความคิดความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง อันอาจจะเกิดจากการสังเกต หรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นผ่านการใช้ประสาทสัมผัส การปฏิบัติการทดลอง หรือ ใช้กระบวนการตรวจสอบอันหลากหลายแล้วใช้คุณลักษณะของสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นผูกโยง เชื่อมความสัมพันธ์กับความรู้ที่มีอยู่เดิมนำมาประมวลเข้าด้วยกัน ให้เป็นข้อสรุปหรือคำจำกัดความของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งการที่บุคคลใดจะเกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ได้นั้น บุคคลนั้นจะต้องมีประสบการณ์ในการเรียนรู้ค้นหาข้อเท็จจริง มีการสรุปรวม (Generalization) หรือนำหลักการ นำทฤษฎีที่เกี่ยวกับเรื่องนั้น มาช่วยแยกแยะ และนำมาจัดระบบเสียใหม่ให้เป็นแบบแผนของตนเอง โดยมโนทัศน์นี้เป็นเรื่องของแต่ละบุคคล ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ และความรู้ของแต่ละคนนั่นเอง เช่น มโนทัศน์เกี่ยวกับสัตว์ บางคนอาจจะสรุปว่า สัตว์เป็นสิ่งมีชีวิตที่สามารถเจริญเติบโต มีการสืบพันธุ์ ดำรงชีวิตอยู่ได้โดยอาศัย อาหาร น้ำ และอากาศ แต่ในขณะเดียวกันบางคนอาจจำแนกให้ลึกซึ้งลงไปอีกว่า สัตว์นั้นอยู่ในประเภทสัตว์มีกระดูกสันหลังหรือสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง เป็นต้น

Ref. code: 25635919030063XHM

2.3.2 มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของ เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

มาตรฐานการเรียนรู้สู่ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) นี้ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ใน มาตรฐาน ว 1.2 คือ ผู้เรียนต้องเข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ และเข้าใจโครงสร้าง ลักษณะเฉพาะการปรับตัวของสิ่งมีชีวิต ซึ่งตัวชี้วัด ป.4/1 กำหนดให้ผู้เรียนต้องสามารถบรรยายหน้าที่ของราก ลำต้น ใบ และดอกของพืชดอก โดยใช้ข้อมูลที่รวบรวมได้ ซึ่งมีสาระสำคัญเป็นดังนี้ ใบเป็นโครงสร้างที่สำคัญของพืชทำหน้าที่สร้างอาหาร และหายใจ ซึ่งเป็นการแลกเปลี่ยนแก๊สเช่นเดียวกับคนและสัตว์ ใบของพืชทำหน้าที่คายน้ำ ซึ่งการคายน้ำมีประโยชน์ต่อพืช เพราะช่วยทำให้เกิดการลำเลียงน้ำและแร่ธาตุอย่างต่อเนื่อง โดยใบพืชทำหน้าที่สร้างอาหาร จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งการสร้างอาหารของพืชจะเกิดขึ้นได้เมื่อมีแสง การสร้างอาหารของพืชจึงเกิดขึ้นในเวลากลางวัน โดยพืชจะใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศ และคายแก๊สออกซิเจนสู่อากาศ อาหารที่พืชสร้างขึ้นมาครั้งแรกจะเป็นน้ำตาล แล้วจะถูกเปลี่ยนเป็นแป้งเก็บสะสมไว้ในส่วนต่าง ๆ ของพืช

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (Misconception) เป็นผลจากประสบการณ์ของแต่ละบุคคลที่ไม่สอดคล้องกับทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับ (Eryilmaz, 2002) ซึ่งสาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกิดจากมโนทัศน์ที่ในตัวผู้เรียนซึ่งมีความแตกต่างจากมโนทัศน์ที่ครูต้องการให้ผู้เรียนมีเป็นเหตุให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ซึ่งสาเหตุที่ผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้แก่ ตำรา การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ การดำเนินกิจกรรม และการสรุปความรู้ต่าง ๆ (Osborne & Freyberg, 1985) ซึ่งจะส่งผลต่อการสร้างความรู้ของผู้เรียน ซึ่งเป็นสาเหตุให้ผู้เรียนมีผลการเรียนรู้ต่ำกว่ามาตรฐาน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่ลดหรือกำจัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2560 - 2561ของผู้วิจัยด้วย สามารถสรุปมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ได้ดังนี้

Ref. code: 25635919030063XHM

ตารางที่ 2.3

แสดงมโนทัศน์ที่ผู้เรียนมักเข้าใจคลาดเคลื่อน เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ที่สัมพันธ์กับมาตรฐานการเรียนรู้ ว 1.2 ป.4/1

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	ผู้เสนอ
1. จำนวนพืชที่เพิ่มขึ้นเกิดจากการที่พืชได้รับน้ำและแร่ธาตุที่มาจากดินเท่านั้น	- Canal (1999) - Özay and Öztaş (2003) - D'Avanzo (2003) - Hershey (2004) - Tlala (2011) - Driver, Squires, Rushworth, and Wood-Robinson (2014)
2. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และแร่ธาตุเป็นอาหารสำหรับพืช	- Driver et al. (2014)
3. พืชใช้ CO2 ในการหายใจและผลิต O2	- Hill (1997) - S Köse (2004)
4. เมื่อพืชทำการสังเคราะห์แสง พืชจะไม่หายใจ	- Bishop (1986) - Hazel and Prosser (1994) - Haslam and Treagust (1987) - Tamir (1989)
5. การสังเคราะห์ด้วยแสงในพืชคือการดูด CO_2 ไปใช้ แล้วปล่อย O_2 ในระหว่างวัน	- Tekkaya and Balcı (2003) - S Köse (2004)
6. การดูด O_2 และการปล่อย CO_2 จะเกิดเฉพาะในตอนกลางคืน	- Tekkaya and Balcı (2003) - S Köse (2004)
7. การสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊สในระหว่างที่มีการดูด CO_2 และ O_2 จะถูกจ่ายออกไป	- Hill (1997) - Çapa (2000) - Tekkaya and Balcı (2003) - S Köse (2004)
8. การสังเคราะห์ด้วยแสงคือการหายใจของพืช	- Tamir (1989) - Hill (1997) - Tekkaya and Balcı (2003) - S Köse (2004) - Çepni, Taş, and Köse (2006)

Ref. code: 25635919030063XHM

ตารางที่ 2.3

แสดงมโนทัศน์ที่ผู้เรียนมักเข้าใจคลาดเคลื่อน เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ที่สัมพันธ์กับมาตรฐานการเรียนรู้ ว 1.2 ป.4/1 (ต่อ)

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	ผู้เสนอ
9. ประโยชน์ที่สำคัญที่สุดสำหรับพืชสีเขียวเมื่อสังเคราะห์แสงคือให้ออกซิเจน	- Hill (1997) - S Köse (2004)
10. การสังเคราะห์ด้วยแสงเกิดขึ้นในพืชสีเขียวตลอดเวลา	- Haslam and Treagust (1987) - Haslam and Treagust (1987) - S Köse (2004)
11. ดินให้น้ำและอาหารสำหรับพืช	- Wandersee (1983) - Haslam and Treagust (1987) - Tamir (1989) - Anderson, Sheldon, and Dubay (1990) - Hill (1997) - Çapa (2000)
12. พืชได้รับอาหารจากดินผ่านราก	- Wandersee (1983) - Anderson et al. (1990) - Songer and Mintzes (1994) - Hill (1997) - Çapa (2000) - S Köse (2004) - Çepni et al. (2006)
13. การสังเคราะห์ด้วยแสงเกิดขึ้นที่ใบเท่านั้น	- Sacit Köse (2008)
14. หน้าที่หลักของใบไม้คือการกำจัดคาร์บอนไดออกไซด์	- Sacit Köse (2008)
15. หน้าที่หลักของใบไม้คือการให้ออกซิเจน	- Sacit Köse (2008)
16. การสังเคราะห์ด้วยแสงคือการก่อตัวของออกซิเจน	- Sacit Köse (2008)

Ref. code: 25635919030063XHM

ตารางที่ 2.3

แสดงมโนทัศน์ที่ผู้เรียนมักเข้าใจคลาดเคลื่อน เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ที่สัมพันธ์กับมาตรฐานการเรียนรู้ ว 1.2 ป.4/1 (ต่อ)

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	ผู้เสนอ
17. พลังงานมาจากแหล่งอื่นนอกเหนือจากดวงอาทิตย์ (น้ำ, แร่ธาตุ, คาร์บอน, ดิน, แมลง, ปุ๋ย, หนอน, อากาศ, ดูดซับผ่านราก)	- Alzaghibi (2010) - Dauer, Miller, and Anderson (2014) - Jin, Zhan, and Anderson (2013) - Weston, Haudek, Prevost, Urban-Lurain, and Merrill (2015)
18. พืชดูดน้ำทางใบ เพื่อใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง	- Sacit Köse (2008)
19. แร่ธาตุ อากาศ และแสงแดดเป็นอาหารของพืช	- Sacit Köse (2008)
20. ปุ๋ยเป็นอาหารของพืช	- Sacit Köse (2008)

2.3.3 แนวทางในการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

เครื่องมือที่นำมาใช้วัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์มีหลากหลายรูปแบบ โดยทั่วไปเครื่องมือประเมินดังกล่าวก็เป็นแบบวัด (Diagnostic test) โดยแต่ละรูปแบบได้รับการพัฒนาและใช้โดยนักวิจัยเพื่อตรวจสอบมโนทัศน์ของผู้เรียน เช่น แบบสัมภาษณ์ (Interview form) แบบทดสอบชนิดเขียนตอบ (Open - ended test) แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (Ordinary multiple-choice test) แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 2 ระดับ (Two - tier multiple – choice test) แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 3 ระดับ (Three - tier multiple-choice test) และแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ระดับ (Four - tier multiple-choice test) (Gurel, Eryılmaz, & McDermott, 2015) ซึ่งเครื่องมือวัดแต่ละชนิดก็จะมีทั้งข้อดีและข้อเสีย ดังนั้น ผู้นำเครื่องมือเหล่านี้ไปใช้ต้องตระหนักถึงข้อดีข้อเสีย ดังกล่าวเพื่อที่จะได้นำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพตรงกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.3.3.1 แบบสัมภาษณ์ (Interview form)

การสัมภาษณ์มีจุดประสงค์เพื่อต้องการทราบความรู้สึกนึกคิดของบุคคลเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ลักษณะสำคัญของการสัมภาษณ์ คือ ทำให้ผู้วิจัยได้ข้อมูลเชิงลึก แต่ต้องใช้เวลานานในการสัมภาษณ์คนเป็นจำนวนมากเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สามารถอ้างอิงไปยังกลุ่มประชากรได้ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงต้องได้รับการฝึกฝนมาเป็นอย่างดี นอกจากนั้น อคติของผู้ให้สัมภาษณ์ยังมีผลต่อข้อมูล

Ref. code: 25635919030063XHM

ที่เก็บรวบรวม และที่สำคัญการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ค่อนข้างยุ่งยาก (Adadan & Savasci, 2012; Rollnick & Mahooana, 1999; Tongchai et al., 2009)

2.3.3.2 แบบทดสอบชนิดเขียนตอบ (Open-ended test)

แบบทดสอบชนิดเขียนตอบแบบปลายเปิดนิยมใช้อย่างกว้างขวางในการตรวจสอบมโนทัศน์ของผู้เรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ เนื่องจากสร้างได้ง่ายเพราะมีเพียงข้อคำถามเท่านั้น และยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนตอบได้ตามแนวคิดของตนเอง ผู้ทำแบบสอบชนิดนี้ต้องใช้เวลาในการคิดและเขียนคำตอบ แต่การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการตอบว่าผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนั้นทำได้ยากเนื่องจากอุปสรรคเกี่ยวกับการใช้ภาษาที่ผู้เรียนส่วนใหญ่มักขาดความกระตือรือร้นในการตอบให้ได้ใจความที่ครบถ้วนสมบูรณ์ (Al-Rubayea, 1996)

2.3.3.3 แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (Ordinary multiple-choice test)

แบบทดสอบชนิดเลือกตอบได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อแก้ไขข้อเสียของแบบสัมภาษณ์และแบบทดสอบชนิดเขียนตอบแบบปลายเปิดเกี่ยวกับการตรวจให้คะแนน เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ ตามแบบของ (Caleon & Subramaniam, 2010) ซึ่งแบบทดสอบชนิดเลือกตอบนี้สามารถบ่งชี้มโนทัศน์ของผู้เรียนที่เป็นข้อมูลเชิงลึกและใช้วัดมโนทัศน์ได้อย่างกว้างขวางและคลอบคลุมมโนทัศน์ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียน และนอกจากนี้ แบบทดสอบชนิดเลือกตอบยังมีข้อดีอีก 7 ประการ ดังนี้

1) สามารถวัดความรู้ของผู้เรียนได้หลายหัวข้อในระยะเวลาอันสั้น

2) เป็นข้อสอบอเนกประสงค์ หมายความว่า สามารถวัดได้หลากหลายทั้งระดับการเรียนรู้และทักษะทางปัญญาต่าง ๆ

3) สามารถตรวจให้คะแนนที่เห็นผลอย่างเป็นรูปธรรม

4) ใช้เวลาน้อยในการตรวจให้คะแนน

5) เป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนที่มีความรู้ในเนื้อหาวิชาแต่เขียนไม่เก่ง

6) เหมาะสมต่อการวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบรายข้อ

7) ให้ข้อมูลเชิงวินิจฉัยความเข้าใจมโนทัศน์ของผู้เรียนได้อย่างหลากหลาย

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าแบบทดสอบชนิดเลือกตอบมีข้อดีหลายประการ แต่ข้อเสียของแบบทดสอบชนิดนี้ก็มีหลายประการเช่นกัน (Chang, Yeh, & Barufaldi, 2010) ดังนี้

1) ผู้เรียนสามารถเดาคำตอบได้ซึ่งมีผลต่อคุณภาพของแบบทดสอบ

2) ตัวเลือกมักไม่แสดงถึงความเข้าใจมโนทัศน์อย่างลึกซึ้งของผู้เรียน

3) ผู้เรียนถูกบังคับให้เลือกคำตอบจากตัวเลือกที่ถูกจำกัด ซึ่งไม่ได้เป็นคำตอบจากความคิดของผู้เรียน

4) การสร้างข้อสอบชนิดเลือกตอบให้มีคุณภาพนั้นทำได้ยาก

Ref. code: 25635919030063XHM

2.3.3.4 แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 2 ระดับ (Two-tier multiple-choice test)

แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 2 ระดับ ได้รับการพัฒนาขึ้นมาเพื่อแก้ไขข้อเสียของแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ โครงสร้างของแบบทดสอบชนิดนี้ประกอบด้วยคำถามและส่วนของคำตอบซึ่งมี 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนแรกเป็นตัวเลือกที่เป็นคำตอบและตัวลวง และส่วนที่สองเป็นตัวเลือกที่เป็นเหตุผลที่ใช้ในการตอบ การตอบส่วนแรกผู้เรียนจะได้คะแนนก็ต่อเมื่อตอบถูกทั้งคำตอบและเหตุผล สำหรับตัวลวงนั้นได้มาจากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนที่เก็บรวบรวม ข้อมูลจากการศึกษาเอกสาร การสัมภาษณ์และการให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบชนิดเขียนตอบ แต่เนื่องจากผู้เรียนอาจมีเหตุผลอื่น ๆ นอกเหนือจากที่กำหนดให้จึงมีการแก้ปัญหาดังกล่าวโดยการเพิ่มบรรทัดว่างไว้ให้ผู้ตอบเติมเหตุผลอื่น ๆ นอกเหนือจากที่กำหนดไว้ แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 2 ระดับ ช่วยให้การตอบของผู้เรียนนั้นง่ายขึ้น และการมีเหตุผลให้เลือกประกอบคำตอบนั้นยังเป็นการลดการเดาคำตอบของผู้เรียน เนื่องจากทั้งคำตอบและเหตุผลต้องสอดคล้องกัน ผู้ตอบจึงจะได้คะแนน อย่างไรก็ตาม แบบทดสอบชนิดนี้ก็ยังมีข้อจำกัดในการจำแนกว่าการที่ผู้เรียนตอบผิดนั้น เป็นเพราะมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หรือตอบผิดเพราะไม่มีความรู้ในเรื่องนั้น ๆ (Aydin, 2007; Eryilmaz, 2010; Kaltakçi, 2012; Peşman & Eryılmaz, 2010; Türker, 2005)

2.3.3.5 แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 3 ระดับ (Three-tier multiple-choice test)

แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 3 ระดับ ได้รับการพัฒนาขึ้นมาเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องของแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 2 ระดับ โดยการเพิ่มส่วนที่ 3 โดยให้ผู้ตอบเลือกว่ามั่นใจหรือไม่มั่นใจในคำตอบที่เลือกในส่วนที่ 1 (ตัวเลือกซึ่งเป็นคำตอบและตัวลวง) และส่วนที่ 2 (ตัวเลือกซึ่งเป็นเหตุผลของคำตอบที่เลือกในส่วนที่ 1) ผู้ตอบจะได้คะแนนก็ต่อเมื่อตอบส่วนที่ 1 และ 2 ได้ถูกต้องด้วยความมั่นใจ สำหรับผู้ตอบที่ตอบผิดทั้งส่วนที่ 1 และส่วนที่ 2 อย่างมั่นใจ แสดงว่ามีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน แต่ถึงกระนั้นระดับความมั่นใจในส่วนที่ 3 นี้ก็ไม่ได้บอกว่าผู้ตอบมั่นใจในคำตอบของส่วนที่ 1 หรือ 2 ดังนั้น แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 3 ระดับนี้ก็ยังไม่สามารถจำแนกว่าการที่ผู้เรียนตอบผิดนั้นเป็นเพราะมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หรือตอบผิดเพราะไม่มีความรู้ในเรื่องนั้น ๆ (Aydın, 2007; Eryılmaz, 2010; Kaltakçı, 2012; Peşman & Eryılmaz, 2010; Türker, 2005)

2.3.3.6 แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ระดับ (Four-tier multiple-choice test)

แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ระดับ ได้รับการพัฒนาขึ้นมาเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องของแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 3 ระดับ โดยการเพิ่มระดับความมั่นใจของการตอบต่อจากคำตอบส่วนที่ 1 ทำให้โครงสร้างของข้อสอบในส่วนของคำตอบมี 4 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 เป็นตัวเลือกของคำตอบและตัวลวง ส่วนที่ 2 เป็นระดับความมั่นใจของส่วนที่ 1 ส่วนที่ 3 เป็นตัวเลือกของเหตุผลที่ใช้ในการตอบส่วนที่ 1 และส่วนที่ 4 เป็นระดับความมั่นใจของส่วนที่ 3 ผู้ตอบที่ตอบถูกทั้งส่วนที่ 1 และ 3 ด้วยความมั่นใจ (ส่วนที่ 2 และ 4) จะได้คะแนนในข้อนั้น ส่วนผู้ที่ตอบผิดทั้งส่วนที่ 1 และ 3

Ref. code: 25635919030063XHM

ด้วยความมั่นใจ (ส่วนที่ 2 และ 4) จะวินิจฉัยได้ว่ามีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในข้อนั้น สำหรับคำตอบอื่นที่นอกเหนือจากนี้จะวินิจฉัยได้ว่าไม่มีความรู้ในข้อนั้น ๆ หรือหากตอบแล้วขัดแย้งกัน จะวินิจฉัยว่ามีความผิดพลาดเกิดขึ้นในข้อนั้น (Caleon & Subramaniam, 2010)

ตารางที่ 2.4

แสดงการเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของแบบวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแต่ละรูปแบบ

หัวข้อที่ใช้เปรียบเทียบ	**รูปแบบของแบบวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน**					
	แบบสัมภาษณ์	**แบบเขียนตอบ**	**แบบเลือกตอบ**	**แบบเลือกตอบ 2 ระดับ**	**แบบเลือกตอบ 3 ระดับ**	**แบบเลือกตอบ 4 ระดับ**
1. การสร้างแบบสอบ	สร้างได้ง่าย	สร้างได้ง่าย	สร้างให้มีคุณภาพได้ยาก	สร้างให้มีคุณภาพได้ยาก	สร้างให้มีคุณภาพได้ยาก	สร้างให้มีคุณภาพได้ยาก
2. ข้อมูลที่ได้	ข้อมูลเชิงลึก	ข้อมูลที่เป็นแนวคิดของผู้ตอบ	ข้อมูลเชิงมโนทัศน์ที่หลากหลาย	ข้อมูลเชิงมโนทัศน์ที่หลากหลาย	ข้อมูลเชิงมโนทัศน์ที่หลากหลาย	ข้อมูลเชิงมโนทัศน์ที่หลากหลาย
3. ความครอบคลุม ของข้อมูล	ไม่ครอบคลุมมโนทัศน์ที่จำเป็น	ไม่ครอบคลุมมโนทัศน์ที่จำเป็น	ครอบคลุมมโนทัศน์ที่จำเป็น	ครอบคลุมมโนทัศน์ที่จำเป็น	ครอบคลุมมโนทัศน์ที่จำเป็น	ครอบคลุมมโนทัศน์ที่จำเป็น
4. การเดาคำตอบ	ไม่มีโอกาสเดาคำตอบ	ไม่มีโอกาสเดาคำตอบ	ง่ายต่อการเดาคำตอบ	มีโอกาสเดาคำตอบ	มีโอกาสเดาคำตอบ	มีโอกาสเดาคำตอบ
5. การตรวจให้คะแนน	ตรวจยาก เนื่องจากมีอคติเข้ามาเกี่ยวข้อง	ตรวจยาก (มีความเป็นอัตนัย)	ตรวจง่าย (มีความเป็นปรนัย)	ตรวจง่าย (มีความเป็นปรนัย)	ตรวจง่าย (มีความเป็นปรนัย)	ตรวจง่าย (มีความเป็นปรนัย)
6. วิเคราะห์ผล	ค่อนข้างยุ่งยาก	ค่อนข้างยุ่งยาก	ง่าย	ง่าย	ง่าย	ง่าย
7. การจำแนกผู้ตอบ	จำแนกได้ว่าการที่ผู้ตอบตอบผิดนั้นเพราะมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเพราะไม่มีความรู้ในเรื่องนั้น ๆ	จำแนกได้ว่าการที่ผู้ตอบตอบผิดนั้นเป็น เพราะมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเพราะไม่มีความรู้ในเรื่องนั้น ๆ	จำแนกไม่ได้ว่าการที่ผู้ตอบตอบผิดนั้นเป็น เพราะมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเพราะไม่มีความรู้ในเรื่องนั้น ๆ	จำแนกไม่ได้ว่าการที่ผู้ตอบตอบผิดนั้นเป็น เพราะมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเพราะไม่มีความรู้ในเรื่องนั้น ๆ	จำแนกไม่ได้ว่าการที่ผู้ตอบตอบผิดนั้นเป็น เพราะมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเพราะไม่มีความรู้ในเรื่องนั้น ๆ	จำแนกได้ว่าการที่ผู้ตอบตอบผิดนั้นเป็น เพราะมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเพราะไม่มีความรู้ในเรื่องนั้น ๆ

ที่มา: วันเพ็ญ คำเทศ (2560) ดัดแปลงมาจาก Gurel et al. (2015)

Ref. code: 25635919030063XHM

จะเห็นได้ว่าแบบวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนมีหลากหลายรูปแบบ ซึ่งมีข้อดี และข้อเสียแตกต่างกันไป โดยรูปแบบการวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนด้วยวิธีการสัมภาษณ์ และแบบเขียนตอบนั้นสร้างได้ง่าย สามารถได้คำตอบเป็นข้อมูลเชิงลึก เพราะเป็นข้อมูลที่นักเรียนเป็นผู้เขียนด้วยตนเอง แต่ก็ไม่ครอบคลุมมโนทัศน์ที่ต้องการวัด ส่วนการตรวจและให้คะแนนก็ทำได้ยาก อีกทั้งอาจจะมีความคลาดเคลื่อนในการวิเคราะห์ข้อมูลอันเกิดมาจากอคติของผู้ตรวจให้คะแนนอีกด้วย ส่วนแบบวัดมโนทัศน์แบบเลือกตอบ ได้แก่ แบบเลือกตอบ 2 ระดับ 3 ระดับ และแบบ 4 ระดับ ซึ่งแบบวัดมโนทัศน์แบบเลือกตอบแบบ 4 ระดับ เป็นแบบเลือกตอบที่มีข้อจำกัดน้อยที่สุด ส่วนแบบ 3 ระดับมีข้อจำกัดรองลงมา แต่รูปแบบของแบบทดสอบก็จะมีความซับซ้อนตามลำดับ สำหรับแบบวัดมโนทัศน์แบบเลือกตอบ 2 ระดับนั้น สามารถหาข้อมูลเชิงวินิจฉัยมโนทัศน์ที่หลากหลายของผู้เรียน การสร้างแบบวัดสามารถสร้างให้ครอบคลุมมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนได้ นอกจากนั้นการตรวจและให้คะแนนสามารถทำได้ง่าย ไม่เกิดอคติ หรือความผิดพลาดอันจะเกิดจากผู้ตรวจมีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน คือ นักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 คือช่วงอายุ 9 - 10 ปี ตามขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget (1960) คือ อยู่ในขั้นการคิดอย่างเป็นเหตุผลเชิงรูปธรรม (Constructivist theory: Concrete operational stage) ซึ่งเด็กในวัยนี้มีความรู้ความเข้าใจในสิ่งต่าง ๆ รอบตัวได้ดี สามารถคิดหาเหตุผล แก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถเข้าใจกฎเกณฑ์ต่าง ๆ แต่ก็มีข้อจำกัดว่าความรู้ความเข้าใจเหล่านี้ก็จะต้องอยู่ในรูปธรรม จึงไม่เหมาะที่จะวัดโดยใช้แบบสัมภาษณ์ หรือ แบบเขียนตอบ แต่ถ้าเป็นความรู้ความเข้าใจที่เป็นนามธรรมจะเป็นสิ่งที่เข้าใจยากสำหรับเด็ก ดังนั้น การให้นักเรียนตอบด้วยวิธีการเขียนตอบอาจจะทำได้ไม่ดีนัก และจากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงเลือกใช้แบบวัดมโนทัศน์แบบเลือกตอบ 2 ระดับ เพื่อทำให้ครูได้ข้อสนเทศอย่างครบถ้วน ได้ข้อมูลเชิงวินิจฉัยมโนทัศน์ที่หลากหลาย เป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนที่มีความรู้ในเนื้อหาวิชาแต่เขียนไม่เก่ง แม้ว่าผู้เรียนจะมีโอกาสในการเดาคำตอบได้ แต่การตรวจให้คะแนนและการวิเคราะห์ข้อมูลทำได้ง่ายและเป็นรูปธรรม

ตัวอย่างแบบวัดมโนทัศน์แต่ละชนิด

1. แบบทดสอบชนิดเขียนตอบ

การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชเกิดขึ้นที่ส่วนใด .....

Ref. code: 25635919030063XHM

2. แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ

การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชเกิดขึ้นที่ส่วนใด

1) เฉพาะเซลล์ของใบเท่านั้น

2) เฉพาะเซลล์ของรากเท่านั้น

3) เฉพาะเซลล์ของลำต้นเท่านั้น

4) ทุกเซลล์ของพืชที่มีสารสีเขียว

3. แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 2 ระดับ

การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชเกิดขึ้นที่ส่วนใด

1) เฉพาะเซลล์ของใบเท่านั้น

2) เฉพาะเซลล์ของรากเท่านั้น

3) เฉพาะเซลล์ของลำต้นเท่านั้น

4) ทุกเซลล์ของพืชที่มีสารสีเขียว

เหตุผลของคำตอบ

1) เฉพาะใบเท่านั้นเพราะมีแผ่นใบแผ่เป็นแผ่นรับแสงได้ดี

2) เฉพาะรากเท่านั้นเพราะดูดน้ำได้ดี

3) เฉพาะลำต้นเท่านั้นเพราะต้องใช้พลังงานในการลำเลียงน้ำ

4) สารสีเขียวจะมีคลอโรฟิลล์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานเคมี

4. แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 3 ระดับ

การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชเกิดขึ้นที่ส่วนใด

1) เฉพาะเซลล์ของใบเท่านั้น

2) เฉพาะเซลล์ของรากเท่านั้น

3) เฉพาะเซลล์ของลำต้นเท่านั้น

4) ทุกเซลล์ของพืชที่มีสารสีเขียว

เหตุผลของคำตอบ

1) เฉพาะใบเท่านั้นเพราะมีแผ่นใบแผ่เป็นแผ่นรับแสงได้ดี

2) เฉพาะรากเท่านั้นเพราะดูดน้ำได้ดี

3) เฉพาะลำต้นเท่านั้นเพราะต้องใช้พลังงานในการลำเลียงน้ำ

4) สารสีเขียวจะมีคลอโรฟิลล์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานเคมี

คุณมั่นใจในคำตอบหรือไม่

1) มั่นใจ

2) ไม่มั่นใจ

Ref. code: 25635919030063XHM

5. ข้อสอบชนิดเลือกตอบ 4 ระดับ

การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชเกิดขึ้นที่ส่วนใด

1) เฉพาะเซลล์ของใบเท่านั้น

2) เฉพาะเซลล์ของรากเท่านั้น

3) เฉพาะเซลล์ของลำต้นเท่านั้น

4) ทุกเซลล์ของพืชที่มีสารสีเขียว

คุณมั่นใจในคำตอบหรือไม่

1) มั่นใจ

2) ไม่มั่นใจ

เหตุผลของคำตอบ

1) เฉพาะใบเท่านั้นเพราะมีแผ่นใบแผ่เป็นแผ่นรับแสงได้ดี

2) เฉพาะรากเท่านั้นเพราะดูดน้ำได้ดี

3) เฉพาะลำต้นเท่านั้นเพราะต้องใช้พลังงานในการลำเลียงน้ำ

4) สารสีเขียวจะมีคลอโรฟิลล์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานเคมี

คุณมั่นใจในคำตอบหรือไม่

1) มั่นใจ

2) ไม่มั่นใจ

จากแนวคิดเกี่ยวกับการวัดมโนทัศน์ของนักการศึกษาหลายท่านข้างต้น ผู้วิจัยได้นำมาปรับใช้เป็นแนวทางในการกำหนดและสร้างเครื่องมือวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 2 ระดับ (Two-tier multiple-choice test) จำนวน 20 ข้อ ที่มาจากมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง 3 ประเภท (อ้างอิงจากตารางที่ 3.4) คือ

1. กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงกับกระบวนการหายใจของพืช
2. วัตถุดิบกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
3. อาหารของพืช

2.3.4 การแปลความหมายของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

การแปลความหมายของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสามารถทำได้หลายวิธี จากการจัดกลุ่มมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

Ref. code: 25635919030063XHM

2.3.4.1 การจัดกลุ่มมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็น 3 กลุ่ม

ศักดิ์ศรี สุภาษร, นุจรี สุภาษร, วรรณวไล อธิวาสน์พงศ์ และ สนธิ พลชัยยา (2559) ปรับปรุงการจัดกลุ่มมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์มาจาก Calik et al. (2009) โดยจัดกลุ่มมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์จากคะแนนในการทำแบบทดสอบ ดังนี้

1. กลุ่มความเข้าใจมโนทัศน์ผิด (Misconceptual understanding: MU) หมายถึง นักเรียนกลุ่มที่ตอบคำถามในแบบทดสอบแบบสองส่วนผิดทั้งสองตัวเลือก (0 คะแนน)

2. กลุ่มความเข้าใจมโนทัศน์คลาดเคลื่อน (Alternative conceptual understanding: AU) หมายถึง นักเรียนกลุ่มที่ตอบถูกเพียงตัวเลือกเดียว (1 คะแนน)

3. กลุ่มความเข้าใจมโนทัศน์ถูกต้อง (Sound or good conceptual understanding: SU) หมายถึง นักเรียนกลุ่มที่ตอบถูกทั้งสองตัวเลือก (2 คะแนน)

รุ่งนภา จันทร์แรม (2554) จัดกลุ่มมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. กลุ่มมโนทัศน์ถูกต้อง หมายถึง นักเรียนกลุ่มที่ตอบหรืออธิบายแนวคิดที่แสดงถึงความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์

2. กลุ่มมโนทัศน์ไม่สมบูรณ์ หมายถึง นักเรียนกลุ่มที่ตอบหรืออธิบายแนวคิดที่แสดงถึงความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้อง แต่อธิบายไม่ครบสมบูรณ์ตามแนวคิดที่เป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์

3. กลุ่มมโนทัศน์ไม่ถูกต้อง หมายถึง นักเรียนกลุ่มที่ตอบหรืออธิบายแนวคิดที่แสดงถึงความเข้าใจที่ไม่ถูกต้อง หรือไม่รู้ หรือจำไม่ได้

2.3.4.2 การจัดกลุ่มมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็น 4 กลุ่ม

ศิริพรรณ ศรีวรรณวงษ์ และ ไพโรจน์ เติมเตชาติพงศ์ (2553) ได้จัดกลุ่มมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. กลุ่มมโนทัศน์ที่สมบูรณ์ หมายถึง นักเรียนกลุ่มที่ตอบถูกและให้เหตุผลถูกต้องครบองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละแนวความคิด

2. กลุ่มมโนทัศน์ที่ไม่สมบูรณ์ หมายถึง นักเรียนกลุ่มที่ตอบถูกและให้เหตุผลถูกต้อง แต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนที่สำคัญแต่ละแนวความคิด

3. กลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หมายถึง นักเรียนกลุ่มที่ตอบถูกหรือผิด แต่การให้เหตุผลมีบางส่วนถูกต้องและบางส่วนผิด

4. กลุ่มเข้าใจมโนทัศน์ผิด หมายถึง นักเรียนกลุ่มที่ตอบถูกหรือผิด แต่ให้เหตุผลไม่ถูกต้อง

Ref. code: 25635919030063XHM

2.3.4.3 การจัดกลุ่มมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็น 5 กลุ่ม

Haidar (1997) อ้างถึงใน ศิริพร นิลโคตร (2555, น. 11-12) จัดกลุ่มมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. กลุ่มมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Sound understanding: SU) หมายถึง นักเรียนกลุ่มที่มีมโนทัศน์สอดคล้องกับมโนทัศน์ที่เป็นที่ยอมรับและสอดคล้องกับมโนทัศน์ของนักวิทยาศาสตร์ครบทุกองค์ประกอบ

2. กลุ่มมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (Partial understanding: PU) หมายถึง นักเรียนกลุ่มที่แสดงว่ามีมโนทัศน์ที่สอดคล้องกับมโนทัศน์ที่เป็นที่ยอมรับและสอดคล้องกับมโนทัศน์ของนักวิทยาศาสตร์อย่างน้อย 1 องค์ประกอบ

3. กลุ่มมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและมโนทัศน์คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial understanding with specific misconception: PU & MU) หมายถึง นักเรียนกลุ่มที่แสดงว่ามีมโนทัศน์ที่สอดคล้องกับมโนทัศน์ที่เป็นที่ยอมรับและสอดคล้องกับมโนทัศน์ของนักวิทยาศาสตร์อย่างน้อย 1 องค์ประกอบและบางส่วนที่ไม่สอดคล้องหรือคลาดเคลื่อนจากมโนทัศน์ของนักวิทยาศาสตร์

4. กลุ่มมโนทัศน์คลาดเคลื่อน (Specific misconception: MU) หมายถึง นักเรียนกลุ่มที่แสดงมโนทัศน์ที่ไม่สอดคล้องหรือคลาดเคลื่อนจากมโนทัศน์ที่เป็นที่ยอมรับและไม่สอดคล้องกับมโนทัศน์ของนักวิทยาศาสตร์

5. กลุ่มไม่เข้าใจมโนทัศน์เชิงวิทยาศาสตร์ (No understanding: NU) หมายถึง นักเรียนกลุ่มที่ไม่ตอบคำถาม หรือตอบคำถามในลักษณะทวนคำถามหรือตอบคำถามไม่ตรงประเด็น

เสาวนีย์ สังฆะขี และ วรรณจรีย์ มังสิงห์ (2555) จัดกลุ่มมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์จากคะแนนในการทำแบบทดสอบ ดังนี้

1. กลุ่มความเข้าใจมโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (Complete understanding: CU) หมายถึง นักเรียนกลุ่มที่ตอบถูกต้องสมบูรณ์ ครบองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละแนวคิดให้ 3 คะแนน

2. กลุ่มความเข้าใจมโนทัศน์ในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial understanding: PU) หมายถึง นักเรียนกลุ่มที่ตอบถูกและการให้เหตุผลถูก แต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วนให้ 2 คะแนน

3. กลุ่มความเข้าใจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial understanding with specific alternative conception: PS) หมายถึง นักเรียนกลุ่มที่ตอบถูกบางส่วน แต่มีบางส่วนที่แสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนหรือเลือกคำตอบถูกแต่ไม่อธิบายคำตอบให้ 1 คะแนน

Ref. code: 25635919030063XHM

4. กลุ่มความเข้าใจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (Alternative conception: AC) หมายถึง นักเรียนกลุ่มที่ตอบคลาดเคลื่อนทั้งหมด ให้ 0 คะแนน

5. กลุ่มไม่เข้าใจมโนทัศน์ (No understanding: NU) หมายถึง นักเรียนกลุ่มที่ตอบไม่ตรงคำถามหรือนักเรียนไม่ตอบคำถาม ให้ 0 คะแนน

2.3.4.4 การจัดกลุ่มมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็น 6 กลุ่ม

Abraham (1992, p. 112) อ้างถึงใน ชุติมา หันตุลา (2558, น. 21) ได้จัดกลุ่มระดับความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์มี 6 กลุ่ม ดังนี้

1. กลุ่มมโนทัศน์ที่ถูกต้อง (Sound understanding: SU) หมายถึง นักเรียนกลุ่มที่มีคำตอบแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด

2. กลุ่มมโนทัศน์ที่ถูกต้องบางส่วน (Partial understanding: PU) หมายถึง นักเรียนกลุ่มที่มีคำตอบเป็นไปตามมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์อย่างน้อยหนึ่งองค์ประกอบส่วนองค์ประกอบอื่น ๆ ไม่มีการกล่าวถึง

3. กลุ่มมโนทัศน์ที่ผิดพลาด (Partial understanding with a specific misconception: PU/SM) หมายถึง นักเรียนกลุ่มที่มีคำตอบบางองค์ประกอบที่ถูกต้องตามมโนทัศน์วิทยาศาสตร์ และบางองค์ประกอบไม่ถูกต้องตามมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

4. กลุ่มมโนทัศน์ไม่ถูกต้อง (Specific misconception: SM) หมายถึง นักเรียนกลุ่มที่มีคำตอบที่อธิบายเกี่ยวกับเรื่องที่ถาม แต่ไม่ถูกต้องตามมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

5. กลุ่มไม่มีมโนทัศน์ (No understanding: NU) หมายถึง นักเรียนกลุ่มที่อธิบายเหตุผลทวนคำถามหรืออธิบายไม่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องที่ถาม

6. กลุ่มไม่มีคำตอบ (No response: NS) หมายถึง นักเรียนกลุ่มที่อธิบายเหตุผลทวนคำถามหรืออธิบายไม่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องที่ถาม

Ref. code: 25635919030063XHM

ตารางที่ 2.5

แสดงการจัดกลุ่มการแปลความหมายของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

การแปลความหมายของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์			
3 กลุ่ม	**4 กลุ่ม**	**5 กลุ่ม**	**6 กลุ่ม**
1. กลุ่มที่มีมโนทัศน์ถูกต้องหรือสมบูรณ์ตรงกับหลักวิทยาศาสตร์ 2. กลุ่มที่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนหรือไม่สมบูรณ์ 3. กลุ่มที่มีมโนทัศน์ผิดหรือไม่ถูกต้องไม่ตรงกับหลักวิทยาศาสตร์	1. กลุ่มที่มีมโนทัศน์สมบูรณ์ 2. กลุ่มที่มีมโนทัศน์ไม่สมบูรณ์ 3. กลุ่มที่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน 4. กลุ่มที่มีมโนทัศน์ผิด	1. กลุ่มที่มีมโนทัศน์สมบูรณ์ 2. กลุ่มที่มีมโนทัศน์ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ 3. กลุ่มที่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนบางส่วน 4. กลุ่มที่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน 5. กลุ่มที่ไม่เข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	1. กลุ่มที่มีมโนทัศน์ถูกต้อง 2. กลุ่มที่มีมโนทัศน์ถูกต้องบางส่วน 3. กลุ่มที่มีมโนทัศน์ผิดพลาด 4. กลุ่มที่มีมโนทัศน์ไม่ถูกต้อง 5. กลุ่มที่ไม่มีมโนทัศน์ 6. กลุ่มที่ไม่มีคำตอบ

ที่มา: ปรับปรุงข้อมูลมาจาก สุพัตรา พรหมฤทธิ์ (2562)

จากตารางการแปลความหมายของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 คือ นักเรียนมีช่วงอายุ 9- 10 ปี ตามขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget (1960) ซึ่งกล่าวถึงเด็กในวัยนี้ว่ามีความรู้ความเข้าใจในสิ่งต่าง ๆ รอบตัวได้ดี สามารถคิดหาเหตุผล แก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถเข้าใจกฎเกณฑ์ต่าง ๆ แต่ก็มีข้อจำกัดว่าความรู้ความเข้าใจเหล่านี้ก็จะต้องอยู่ในรูปธรรม ซึ่งถ้าเป็นความเข้าใจที่เป็นนามธรรมจะเป็นสิ่งที่เข้าใจยากสำหรับเด็ก การให้นักเรียนตอบด้วยวิธีการเขียนตอบอาจจะทำได้ไม่ดีนัก ดังนั้น แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์พบว่าแบบวัดมโนทัศน์แบบเลือกตอบ 2 ระดับ ที่ผู้วิจัยเลือกใช้เป็นแบบที่ไม่ได้ให้ผู้เรียนเขียนอธิบายความรู้ความเข้าใจมโนทัศน์ของตนอง ดังนั้น เมื่อนำรูปแบบการแปลผลต่าง ๆ มาเปรียบเทียบกัน วิธีที่ผู้วิจัยเห็นว่าเหมาะสมที่จะเลือกใช้ในการแปลข้อมูลมากที่สุดคือการแปลความหมายแบบ 3 กลุ่ม (Calik et al., 2010; ศักดิ์ศรี สุภาษร, นุจรี สุภาษร, วรรณวไล อธิวาสน์พงศ์ และสนธิ พลชัยยา, 2559) ที่มีการกำหนดคะแนนไว้ชัดเจนแล้ว ทำให้เข้าใจได้ง่าย คือ

Ref. code: 25635919030063XHM

1. กลุ่มความเข้าใจมโนทัศน์ถูกต้อง (Sound or good conceptual understanding: SU) หมายถึง นักเรียนกลุ่มที่ตอบถูกทั้งสองตัวเลือก (2 คะแนน)

2. กลุ่มความเข้าใจมโนทัศน์คลาดเคลื่อน (Alternative conceptual understanding: AU) หมายถึง นักเรียนกลุ่มที่ตอบถูกเพียงตัวเลือกเดียว (1 คะแนน)

3. กลุ่มความเข้าใจมโนทัศน์ผิด (Misconceptual understanding: MU) หมายถึง นักเรียนกลุ่มที่ตอบคำถามในแบบทดสอบแบบสองส่วนผิดทั้งสองตัวเลือก (0 คะแนน)

ส่วนการแปลความหมายของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ แบบ 4-6 กลุ่ม เป็นรูปแบบของการวัดที่ผู้ตอบต้องอธิบายคำตอบเพิ่มเติมจึงจะจัดอยู่ในกลุ่มมโนทัศน์ที่ตั้งไว้ได้ ดังนี้

- การจัดกลุ่มมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็น 4 กลุ่ม ในกลุ่มที่ 3 คือ กลุ่มความเข้าใจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial understanding with specific alternative conception: PS) หมายถึง นักเรียนกลุ่มที่ตอบถูกบางส่วน แต่มีบางส่วนที่แสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนหรือเลือกคำตอบถูกแต่ไม่อธิบายคำตอบให้ 1 คะแนน

- การจัดกลุ่มมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็น 5 กลุ่ม ในกลุ่มที่ 3 คือ กลุ่มความเข้าใจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial understanding with specific alternative conception: PS) หมายถึง นักเรียนกลุ่มที่ตอบถูกบางส่วน แต่มีบางส่วนที่แสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนหรือเลือกคำตอบถูกแต่ไม่อธิบายคำตอบให้ 1 คะแนน

- การจัดกลุ่มมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เป็น 6 กลุ่ม ในกลุ่มที่ 5 คือ กลุ่มไม่มีมโนทัศน์ (No understanding: NU) หมายถึง นักเรียนกลุ่มที่อธิบายเหตุผลทวนคำถามหรืออธิบายไม่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องที่ถาม และกลุ่มที่ 6 คือ กลุ่มไม่มีคำตอบ (No response: NS) หมายถึง นักเรียนกลุ่มที่อธิบายเหตุผลทวนคำถามหรืออธิบายไม่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องที่ถาม

2.4 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้

2.4.1 ความหมายของเจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้

เจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้ เป็นการรวมคำของ 3 คำ ดังนี้ คือ 1) เจตคติ 2) ประสบการณ์ และ 3) การเรียนรู้ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงรวบรวมความหมายขอคำ ทั้ง 3 คำ ข้างต้น ดังนี้

2.4.1.1 ความหมายของเจตคติ

เจตคติ หรือ ทัศนคติ (Attitude) คือ สภาพความรู้สึกทางด้านจิตใจที่เกิดจากประสบการณ์และการเรียนรู้ของบุคคลอันเป็นผลที่ทำให้เกิดการแสดงพฤติกรรม หรือการมีความคิดเห็น มีความรู้สึกต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ในลักษณะที่ชอบหรือไม่ชอบ เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย

Ref. code: 25635919030063XHM

เป็นการวัดทางความรู้สึก อารมณ์ และการยอมรับ เจตคติมี 2 ทาง คือ เจตคติทางบวก และเจตคติทางลบ ซึ่งมีผู้ให้คำนิยามคำว่าเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

Thurstone (1964) กล่าวว่า เจตคติเป็นตัวแปรทางจิตวิทยาชนิดหนึ่ง ไม่สามารถสังเกตได้ง่าย แต่เป็นความโน้มเอียงภายใน แสดงออกให้เห็นได้โดยพฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง และเจตคติยังเป็นเรื่องของความชอบ ไม่ชอบ ความลำเอียง ความคิดเห็น ความรู้สึก และความเชื่อมั่นในสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

Lutz (1991) กล่าวว่า เจตคติเป็นสิ่งที่เกิดจากการเรียนรู้ และการมีประสบการณ์ต่อสิ่งใด ๆ ที่แต่ละบุคคลได้รับ เกิดจากการเรียนรู้จากสภาพแวดล้อม และสังคมที่ดำรงอยู่ และจะส่งผลต่อความรู้สึก แล้วสะท้อนออกมาในรูปแบบของความชอบ หรือไม่ชอบ

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2543, น. 239) ได้สรุปความหมายของเจตคติว่า เจตคติ หมายถึง กิริยาท่าทีรวม ๆ ของบุคคลที่เกิดจากความโน้มเอียงของจิตใจ และจะแสดงออกต่อสิ่ง ๆ นั้น ไปในทางสนับสนุน มีความรู้สึกเห็นดีเห็นชอบต่อสิ่งเร้านั้น ๆ หรือแสดงออกในทางต่อต้าน ซึ่งเป็นความรู้สึกที่ไม่เห็นชอบต่อสิ่งนั้น

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543) กล่าวว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลต่าง ๆ อันเป็นผลเนื่องมาจากการเรียนรู้ ประสบการณ์ เป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลแสดงพฤติกรรมต่อสิ่งต่าง ๆ ไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง ซึ่งอาจเป็นไปในทางสนับสนุนหรือทางต่อต้านก็ได้

Allport (1937) อ้างถึงใน นวลศิริ เปาโรหิต (2545, น.125) ได้ให้ความหมายของเจตคติว่า เป็นสภาวะของความพร้อมทางจิตใจซึ่งเกิดจากประสบการณ์ สภาวะความพร้อมนี้เป็นแรงที่กำหนดทิศทางของปฏิกิริยาระหว่างบุคคลที่มีต่อบุคคล สิ่งของและสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง เจตคติจึงก่อรูปได้ดังนี้

1. เกิดจากการเรียนรู้ วัฒนธรรม ขนบธรรมเนียมในสังคม
2. การสร้างความรู้สึกจากประสบการณ์ของตนเอง
3. ประสบการณ์ที่ได้รับจากเดิม มีทั้งทางบวกและลบ จะส่งผลถึงเจตคติต่อสิ่งใหม่ที่คล้ายคลึงกัน
4. การเลียนแบบบุคคลที่ตนเองให้ความสำคัญ และรับเอาเจตคตินั้นมาเป็นของตน

Belkin และ Skydell (1979) อ้างถึงใน จุฑารัตน์ เอื้ออำนวย (2549, น. 58) ให้คำอธิบายความหมายของเจตคติว่า เป็นแนวโน้มที่บุคคลจะตอบสนองในทางที่พอใจหรือไม่พอใจต่อสถานการณ์ต่าง ๆ

ณัฐวุฒิ จันละมุด (2554) ได้ให้ความหมายของเจตคติ ว่าเป็นความรู้สึกภายในจิตใจ ความคิดเห็นส่วนบุคคล ค่านิยม ความเชื่อ ที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ทั้งทางบวก ทางลบ

Ref. code: 25635919030063XHM

สร้างและเปลี่ยนแปลงได้ อันเนื่องมาจากการเรียนรู้และประสบการณ์เป็นตัวกระตุ้นให้บุคคล มีแนวโน้มที่จะแสดงพฤติกรรมต่อสิ่งต่าง ๆ ไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง ซึ่งอาจเป็นไปในทางสนับสนุนหรือทางต่อต้านก็ได้

องค์ประกอบของเจตคติ แบ่งเป็น 3 ด้าน ดังนี้ (Assael, 2004; Hanna & Wozniak, 2001; Schiffman & Kanuk, 2007)

1. องค์ประกอบด้านความรู้ความเข้าใจ (Cognitive component) คือ องค์ประกอบที่เกี่ยวกับ ความคิด การรับรู้ หรือความรู้ที่มีอยู่แล้วต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งมาจากประสบการณ์ตรงของผู้รับสารเอง หรือจากการบอกเล่าของผู้รับสารคนอื่น ๆ จนเกิดเป็นความเชื่อ (Belief) โดยบุคคลจะนำไปพิจารณากระทำตอบสนองต่อสิ่งต่าง ๆ

2. องค์ประกอบด้านความรู้สึก (Affective component) คือ องค์ประกอบที่เกี่ยวกับอารมณ์ และความรู้สึกต่อสิ่งต่าง ๆ ซึ่งความรู้สึกจะมีผลแตกต่างไปตามสิ่งเร้าหรือเหตุจูงใจที่แตกต่างกัน รวมทั้งประสบการณ์ที่แต่ละบุคคลได้พบเจอ หรือมาจากคำบอกเล่าของบุคคลอื่น ความรู้สึกมักจะมาจากค่านิยมส่วนตัวของแต่ละบุคคล ทำให้ความรู้สึกแตกต่างกันไปตามสิ่งที่พบเจอ จึงแสดงออกมาในด้านของความชอบหรือไม่ชอบ รักหรือไม่รัก ดีหรือไม่ดี เป็นต้น

3. องค์ประกอบด้านพฤติกรรม (Behavioral component) คือ องค์ประกอบที่เกี่ยวกับแนวโน้มการแสดงออกของพฤติกรรม ซึ่งเป็นผลมาจากองค์ประกอบด้านความรู้ ความเข้าใจ กับองค์ประกอบด้านความรู้สึกรวมกัน แล้วส่งผลให้เกิดพฤติกรรมที่จะกระทำหรือตอบสนองอย่างใดอย่างหนึ่ง ต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือบุคคลใดบุคคลหนึ่ง

กล่าวโดยสรุป เจตคติ หมายถึง ความรู้สึก ความคิด ความเชื่อของบุคคลแต่ละคน ซึ่งเป็นองค์ประกอบด้านความรู้ความเข้าใจ (Cognitive component) อันเนื่องมาจากการเรียนรู้ วัฒนธรรม ขนบธรรมเนียมในสังคม จากการได้พบ หรือได้ประสบกับตนเอง รวมทั้งการเลียนแบบบุคคลที่ตนเองให้ความสำคัญ ส่งผลให้มีอารมณ์ ความรู้สึกต่อสิ่งต่าง ๆ ซึ่งเป็นองค์ประกอบด้านความรู้สึก (Affective component) ทำให้มีการแสดงออกทางพฤติกรรม (Behavioral component) ความคิด ความรู้สึกทั้งที่พอใจ ไม่พอใจต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่ง โดยความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ หลังจากที่บุคคลได้มีประสบการณ์ในสิ่งนั้น แบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ

1) ความรู้สึกในทางบวก เป็นการแสดงออกในลักษณะของความพึงพอใจ เห็นด้วย ชอบ หรือสนับสนุน

2) ความรู้สึกในทางลบ เป็นการแสดงออกในลักษณะไม่พึงพอใจ ไม่เห็นด้วย ไม่ชอบ หรือไม่สนับสนุน

Ref. code: 25635919030063XHM

2.4.1.2 ความหมายของประสบการณ์

จำนงค์ ทองประเสริฐ (2551) ได้เขียนอธิบายความหมายของ ประสบการณ์ ไว้ดังนี้ ประสบการณ์ มีที่มาจากภาษาละติน หมายถึง ความรู้สึกหรือความรู้อะไรบางอย่าง ซึ่งประสบการณ์เป็นรูปแบบของความรู้ ที่เกิดจากการได้พบ สัมผัส หรือการสังเกตสิ่งต่าง ๆ โดยมนุษย์และสัตว์บางชนิดมีความสามารถในการเรียนรู้จากประสบการณ์ และความรู้ที่ได้จะเกิดขึ้นหลังจากได้รับประสบการณ์แล้ว

ประสบการณ์ จากการสนทนากันในเว็บเพจของ yahoo (Yahoo รู้รอบ, 2553) กล่าวไว้ว่า ประสบการณ์เกิดจากการที่มนุษย์ทำกิจกรรมต่าง ๆ แล้วเกิดการเรียนรู้ ซึ่งประสบการณ์เหล่านั้นอาจเกิดโดยตรงกับเรา หรือ การได้รับประสบการณ์จากคนอื่น จากการเห็นหรือได้ฟังมา ก็ถือว่าเป็นการรับข้อมูลมาเป็นประสบการณ์ของเราได้อย่างหนึ่ง

จดหมายข่าวราชบัณฑิตยสถาน (สำนักงานราชบัณฑิตยสภา, 2532) ได้ให้ความหมายของคำว่า ประสบการณ์ ดังนี้ ประสบการณ์ได้มาจากการสังเกต การเรียนรู้ การได้พบด้วยตัวเอง และจดจำเก็บไว้เป็นเสมือนบทเรียนของชีวิต ซึ่งแต่ละคนจะมีประสบการณ์เฉพาะตัวที่ไม่เหมือนกัน และหลายคนก็สามารถที่จะมีประสบการณ์ร่วมกันได้ ถ้าได้รับรู้ หรืออยู่ในเหตุการณ์นั้น ๆ ซึ่งเหตุการณ์ต้องเกิดขึ้นก่อนจึงจะเกิดประสบการณ์

ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า ประสบการณ์ที่เกิดขึ้นในแต่ละบุคคล เกิดจากการได้รับรู้ รับทราบ สัมผัสกับเหตุการณ์ต่าง ๆ ทั้งทางตรงและทางอ้อม ไม่ว่าจะเป็นการได้รับรู้เหตุการณ์นั้น ๆ ด้วยตนเอง ซึ่งถือเป็นประสบการณ์ตรง หรือได้รับรู้ รับทราบผ่านประสบการณ์ของผู้อื่นก็ได้ แล้วผู้ได้รับประสบการณ์ทางอ้อมนั้น นำมาประมวลเป็นประสบการณ์ของตนเองต่อไป

2.4.1.3 ความหมายของการเรียนรู้

นักจิตวิทยาหลายท่านให้ความหมายของการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

Cronbach (1964) กล่าวว่า การเรียนรู้ เป็นการแสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมที่มีการเปลี่ยนแปลง อันเป็นผลเนื่องมาจากประสบการณ์ที่แต่ละบุคคลประสบมา

Kimble (1964) กล่าวว่า การเรียนรู้ เป็นการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างถาวรในพฤติกรรม อันเป็นผลมาจากการฝึกที่ได้รับการเสริมแรง

Bower และ Hilgard (1981) กล่าวว่า การเรียนรู้ เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม อันเป็นผลมาจากประสบการณ์และการฝึก ทั้งนี้ไม่รวมถึงการเปลี่ยนแปลงของพฤติกรรมที่เกิดจากการตอบสนองตามสัญชาตญาณ ฤทธิ์ของยา หรือสารเคมี หรือปฏิกิริยาสะท้อนตามธรรมชาติของมนุษย์

พจนานุกรมของเวบสเตอร์ (Webster 's third new international dictionary) การเรียนรู้ คือ กระบวนการเพิ่มพูนและปรุงแต่งระบบความรู้ ทักษะ นิสัย หรือ การ

Ref. code: 25635919030063XHM

แสดงออกต่าง ๆ อันมีผลมาจากสิ่งกระตุ้นอินทรีย์โดยผ่านประสบการณ์ การปฏิบัติ หรือการฝึกฝน (Grove, 2002)

ประดินันท์ อุปรมัย (2540) การเรียนรู้ คือ การเปลี่ยนแปลงของบุคคลอันมีผลเนื่องมาจากการได้รับประสบการณ์ โดยการเปลี่ยนแปลงนั้นเป็นเหตุทำให้บุคคลเผชิญสถานการณ์เดิมแตกต่างไปจากเดิม ประสบการณ์ที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม หมายถึงทั้งประสบการณ์ทางตรงและประสบการณ์ทางอ้อม

ราชบัณฑิตยสถาน (2548) ได้ให้ความหมายของ การเรียนรู้ คือ การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมทั้งในด้านการรู้คิด รู้สึก หรือทักษะทางกลไกต่าง ๆ อย่างถาวร ซึ่งเกิดจากการฝึกอบรม การวางเงื่อนไข หรือการเลียนแบบ ทั้งนี้รวมถึงพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงจากวุฒิภาวะ สัญชาตญาณ ยา อุบัติเหตุ ตลอดจนความเมื่อยล้า

Simon (2013) อ้างถึงใน วิจารณ์ พานิช (2556, น.27) กล่าวว่า การเรียนรู้เป็นผลจากการทำ หรือการคิดของนักเรียน ซึ่งการทำ และการคิดของนักเรียนเท่านั้นที่มีผลต่อการเรียนรู้ของเขาเอง ครูสามารถช่วยให้ศิษย์เรียนได้โดยเข้าไปกระตุ้นสิ่งที่นักเรียนทำเพื่อการเรียนรู้ของนักเรียนเองเท่านั้น

กล่าวโดยสรุป ความหมายของ การเรียนรู้ คือ การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมค่อนข้างถาวรของบุคคลทั้งด้านการรู้คิด ความรู้สึก หรือทักษะการปฏิบัติต่าง ๆ อันมีผลเนื่องมาจากการได้รับประสบการณ์ทั้งทางตรง และทางอ้อม โดยการเปลี่ยนแปลงนั้นเป็นเหตุทำให้บุคคลเผชิญสถานการณ์เดิมแตกต่างไปจากเดิม

ดังนั้น เมื่อนำคำทั้ง 3 คำ คือ เจตคติ ประสบการณ์ และการเรียนรู้มารวมกันจึงได้ ความหมายเป็นดังนี้

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2537) กล่าวไว้ว่า ประสบการณ์การเรียนรู้ (Learning experience) หมายถึง ปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ระหว่างผู้เรียนกับสถานการณ์ภายนอกของสิ่งแวดล้อม ไม่ว่าจะเป็นการเรียนในโรงเรียน ครอบครัว สังคม หรือสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ที่มีปฏิกิริยาต่อกัน ซึ่งการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น ผู้เรียนจะแสดงออกทางพฤติกรรม

Floor (2018) กล่าวว่า ประสบการณ์การเรียนรู้ (Learning experience) หมายถึง ประสบการณ์ที่ได้รับจากการสัมผัสได้เรียนรู้จากสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ทำให้ผู้เรียนเกิดการรับรู้ เปลี่ยนแปลง ความรู้ ความคิด การกระทำ ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้เรียน ซึ่งจะกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ นำไปสู่การมีพื้นฐานทางการเรียนรู้ที่ดี สามารถนำไปต่อยอด เชื่อมโยงกับสถานการณ์ใหม่ ๆ หรือนำไปใช้แก้ปัญหาจากสิ่งที่เข้ามากระทบได้ดี

Ref. code: 25635919030063XHM

สรุปความหมายของ เจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้ (Learning experience) คือ ความรู้สึกนึกคิดของบุคคลที่จะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่ค่อนข้างถาวร อันเกิดจากใช้ประสาทสัมผัสปะทะ (Interaction) กับสิ่งแวดล้อม (Environment) ซึ่งประกอบด้วย สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ สิ่งแวดล้อมทางสังคม (มนุษย์ด้วยกัน) และสิ่งแวดล้อมทางขนบธรรมเนียม ประเพณีต่าง ๆ ที่บุคคลปะทะแล้วทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ซึ่งสภาพแวดล้อมนั้นมีทั้งดี และไม่ดี สิ่งแวดล้อมที่ดีจะเปลี่ยนพฤติกรรมไปในทางที่ดี และในทางตรงข้าม ถ้าสิ่งแวดล้อมไม่ดีก็จะเปลี่ยนพฤติกรรมไปในทางไม่ดี ดังนั้น ถ้าต้องการให้บุคคลเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมค่อนข้างถาวร หรือเกิดการเรียนรู้ไปในทางดีจึงจำเป็นต้องมีการจัดการเรียนรู้ หรือจัดสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่ดีที่เหมาะสมต่อผู้เรียน เพื่อนำไปสู่การบ่มเพาะให้เกิดเจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้ที่ดีด้วย

ประสบการณ์การเรียนรู้ เกิดได้ 2 ลักษณะ ดังนี้

1) ประสบการณ์ตรง เป็นประสบการณ์ที่เราได้ปะทะหรือสัมผัสด้วยตัวเองได้พบเอง กระทำเอง ได้ยินได้ฟังเอง หรือจากการทดลองที่ผู้เรียนจะได้ลงมือปฏิบัติ คิด วางแผน และได้เรียนรู้จากผลที่เกิดขึ้น

2) ประสบการณ์ทางอ้อม เป็นประสบการณ์ที่ได้รับการถ่ายทอดหรือรับรู้มาอีกทอดหนึ่ง ซึ่งอาจจะได้มาจากครูผู้สอนถ่ายทอดความรู้มาให้ หรือจะเป็นการพูดคุยมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในกลุ่ม แล้วผู้เรียนนำไปวิเคราะห์ ประมวลผลเป็นประสบการณ์การเรียนรู้ของตนเองก็ได้

2.4.2 การวัดเจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้

การวัดเจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้เป็นเรื่องที่ทำได้ยาก เพราะมีตัวแปรแทรกซ้อนมาก (Shrigley & Koballa Jr, 1984) แต่เมื่อยอมรับกันว่าเจตคติมีประโยชน์มากมาย เอ็ดเวิร์ด (Edwards, 1957, pp. 195-196) จึงได้เสนอวิธีการวัดเจตคติไว้ ดังนี้

1. การถามโดยตรง (Direct procedure) เป็นวิธีที่ง่ายสามารถรับรู้ความรู้สึก ความคิดเห็นส่วนตัว หรือข้อมูลต่าง ๆ จากผู้ที่เราต้องการทราบได้โดยตรง คือ ถ้าเราต้องการทราบความรู้สึกหรือความคิดเห็นส่วนตัวของผู้ใดก็ใช้วิธีถามโดยตรง แต่วิธีนี้ก็มีข้อเสีย คือ ผู้ถามจะไม่ได้รับคำตอบที่จริงใจจากผู้ตอบ หรือผู้ตอบอาจบิดเบือนคำตอบ เพราะผู้ตอบอาจเกิดความกลัวต่อการแสดงความคิดเห็น ซึ่งวิธีแก้ไขที่ดีที่สุดคือ การทำบรรยากาศให้ผู้ตอบรู้สึกเป็นอิสระ ดังนั้น คำตอบนั้นต้องเป็นความลับระหว่างผู้ถามกับผู้ตอบ และให้บุคคลนั้นแน่ใจว่าผลของการตอบจะไม่กลับมากระทบกระเทือนสถานภาพของผู้ตอบ เป็นต้น

2. การวัดทางอ้อม (Indirect procedure) เป็นการวัด จากการสังเกตพฤติกรรม มีผู้เสนอว่าถ้าต้องการทราบว่าใครมีความคิดเห็นหรือความรู้สึกต่อสิ่งใดอย่างไร ก็ให้สังเกตพฤติกรรมของบุคคลนั้นต่อสิ่งนั้น

Ref. code: 25635919030063XHM

3. การวัดโดยการสร้างข้อความเป็นเชิงข้อคิดเห็นต่อสิ่งเร้าที่เราต้องการวัด กล่าวคือ เจตคติเป็นสิ่งที่กระตุ้นให้ผู้ที่ถูกวัดแสดงเจตคติต่อสิ่งนั้นตอบให้ในเชิงว่า เห็นด้วย หรือไม่เห็นด้วยต่อข้อความนั้น ๆ เป็นต้น

จากข้อมูลข้างต้น การเลือกใช้เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลการวัดเจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้ เริ่มจากการพิจารณาชนิดของข้อมูล จากนั้นจึงเลือกวิธีการและเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลที่เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูล ซึ่งชนิดของข้อมูลแบ่งได้เป็น 4 กลุ่ม มีวิธีการและเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลสรุปได้ดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6

แสดงชนิดข้อมูล วิธีการ และเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

ชนิดของข้อมูล	วิธีการ	เครื่องมือ
1. ด้านความรู้ ความสามารถ	1. การทดสอบเชิงทฤษฎี 2. การทดสอบเชิงปฏิบัติ 3. การประเมินทักษะ 4. การประเมินผลงาน	1. แบบทดสอบภาคทฤษฎี 2. แบบทดสอบภาคปฏิบัติ 3. แบบประเมินทักษะ 4. แบบประเมินผลงาน
2. ด้านความรู้สึก ความคิดเห็น	1. การสะท้อน ความรู้สึก ความคิดเห็น 2. การวัดเจตคติ 3. การประมาณค่า 4. การสังเกต	1. แบบสอบถามเจตคติ 2. แบบวัดเจตคติ 3. มาตรประมาณค่า (Rating scale) 4. แบบบันทึกการสังเกต 5. แบบสำรวจรายการ
3. ด้านพฤติกรรม	1. การสังเกต 2. การตรวจสอบประวัติ 3. การสอบถาม การสัมภาษณ์ ผู้ที่เกี่ยวข้อง	1. แบบบันทึกการสังเกต แบบสำรวจรายการ 2. แบบบันทึกข้อมูล 3. แบบสอบถาม 4. แบบบันทึกการสัมภาษณ์
4. ด้านปฏิสัมพันธ์	1. เทคนิคสังคมมิติ 2. การสังเกต	1. แบบวัดเจตคติ แบบสอบถามความต้องการ 2. แบบบันทึกการสังเกต แบบตรวจสอบรายการ

ที่มา: ทิวัตถ์ มณีโชติ (2554)

Ref. code: 25635919030063XHM

เมื่อพิจารณาความหมายของ เจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดของบุคคลที่มีต่อปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและสิ่งแวดล้อม อันเกิดจากปฏิสัมพันธ์กับผู้สอน ผู้เรียนด้วยกัน และกิจกรรมที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ที่จะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงความรู้ ความคิด ความรู้สึก และการกระทำ ดังนั้น เราต้องการข้อมูลเกี่ยวกับความรู้สึก ความคิดเห็น และการแสดงพฤติกรรมของบุคคล จากตารางที่ 2.5 สามารถเลือกใช้เครื่องมือวัดได้หลายอย่าง เช่น แบบสอบถามเจตคติ แบบวัดเจตคติ แบบบันทึกการสังเกต แบบสำรวจ แบบสอบถาม การใช้มาตรประมาณค่า (Rating scale) และการสัมภาษณ์ ซึ่งรูปแบบการวัดดังที่กล่าวมาสามารถนำมาใช้วัดเจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้ได้ทั้งทางตรง และทางอ้อม ซึ่งผู้วิจัยเลือกใช้แบบวัดประเภทการสัมภาษณ์ เนื่องจากการสอบถามสามารถรับข้อมูลที่เป็นความรู้สึก นึกคิดของผู้ที่เราต้องการถามได้แบบตรงไปตรงมา อีกทั้งผู้เรียนยังรู้สึกปลอดภัยที่จะตอบคำถาม เนื่องจากความใกล้ชิดของความเป็นครูกับลูกศิษย์ และผู้ตอบมีอายุอยู่ในระดับประถมศึกษามักชอบแสดงความคิดเห็น ชอบทำกิจกรรมกลุ่ม แต่มีความสนใจในระยะสั้น ๆ ไม่ชอบอยู่นิ่ง (วัลนิกา ฉลากบาง, 2535) ดังนั้น ถ้าให้ทำแบบสอบถามที่ต้องอ่าน หรือให้เขียนยาว ๆ จะมีผลทำให้ไม่อยากตอบแบบสอบถาม นำไปสู่การได้รับผลที่คลาดเคลื่อนตามไปด้วย

2.4.3 การสัมภาษณ์ (Interview)

ความหมายของการการสัมภาษณ์

การสัมภาษณ์เป็นวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้การสนทนา ซักถามและโต้ตอบ ระหว่างผู้เก็บข้อมูลกับผู้ให้ข้อมูลโดยตรง ผู้เก็บข้อมูลสามารถสังเกตบุคลิกภาพ อากัปกิริยาตลอดจนพฤติกรรมทางกาย และวาจาขณะที่สัมภาษณ์และใช้ในการพิจารณาประกอบการสรุปข้อมูล (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2543) การสัมภาษณ์ เป็นการสนทนาอย่างมีจุดมุ่งหมายระหว่างผู้สัมภาษณ์ (Interviewer) กับผู้ให้สัมภาษณ์ (Interviewee) เพื่อให้ได้ข้อมูลตามวัตถุประสงค์การวิจัย และข้อมูลจากสภาวะแวดล้อมที่ได้จากการสังเกต เพื่อนำมาใช้ประกอบการพิจารณาสรุปผลการวิจัย เช่น กิริยาการพูด ลักษณะนิสัย เจตคติ ปฏิภาณไหวพริบในการให้คำตอบ เป็นต้น (นิภา ศรีไพโรจน์, 2531) ผู้วิจัยต้องวางแผนและเตรียมการให้พร้อม การสัมภาษณ์ เป็นวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้การสนทนาอย่างมีจุดประสงค์ระหว่างผู้สัมภาษณ์ และผู้ให้สัมภาษณ์ เพื่อให้ได้ความรู้ความจริงเกี่ยวกับพฤติกรรม คุณลักษณะที่ต้องการ และในกรณีที่มีข้อสงสัยหรือมีคำถามใดไม่ชัดเจนก็สามารถถามซ้ำหรือหาความชัดเจนได้ทันที

Ref. code: 25635919030063XHM

ประเภทของการสัมภาษณ์

แบบสัมภาษณ์จำแนกตามประเภทของการสัมภาษณ์ ได้ดังนี้ (Kerlinger, 1986; นิภา ศรีไพโรจน์, 2531)

1. การสัมภาษณ์โดยใช้แบบสัมภาษณ์ที่มีโครงสร้าง (Structured interview) เป็นการสัมภาษณ์ที่ใช้แบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นกรอบของคำถามในการสัมภาษณ์ที่เหมือนกันกับผู้ให้สัมภาษณ์แต่ละคน หรือแต่ละกลุ่ม หรือแบบสัมภาษณ์ทำแบบให้เลือกตอบจะเป็นวิธีการ ที่ง่ายสำหรับการนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล และมีความเหมาะสมกับผู้สัมภาษณ์ที่ยังไม่มีประสบการณ์มากเพียงพอ แต่จะต้องระมัดระวังการมีตัวเลือกที่ไม่สอดคล้องกับตัวเลือกที่กำหนดให้ ดังนั้น อาจจำเป็นต้องมีการกำหนดตัวเลือกแบบปลายเปิดไว้ด้วย

2. การสัมภาษณ์แบบใช้แบบสัมภาษณ์ที่ไม่มีโครงสร้าง (Non-structured interview) เป็นการสัมภาษณ์ที่ใช้เพียงประเด็น หรือหัวข้อเป็นแนวทางในการตั้งคำถามโดยที่ผู้สัมภาษณ์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามสถานการณ์ ทำให้ได้ข้อมูลที่หลากหลาย และลึกซึ้งในการนำมาพิจารณาประกอบการวิเคราะห์ข้อมูล แต่ผู้สัมภาษณ์จะต้องเป็นผู้ที่มีประสบการณ์และความเชี่ยวชาญมาก ทั้งในการเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

แบบสัมภาษณ์จำแนกตามระดับความยืดหยุ่น (Merriam, 1998)

1. การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Highly structured) เป็นการสัมภาษณ์ที่ใช้แบบสัมภาษณ์ที่กำหนดประเด็นคำถามไว้อย่างชัดเจน คล้ายกับการใช้แบบสอบถามเพียงแต่เป็นการซักถาม หรือการสนทนาแทนการเขียนตอบ

2. การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-structured) เป็นการสัมภาษณ์ที่ใช้ประเด็นคำถามที่มีกรอบกว้าง ๆ หรือเป็นการใช้คำถามปลายเปิดในการซักถาม

3. การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง (Unstructured) เป็นการสนทนาอย่างเป็นธรรมชาติตามสถานการณ์ที่เกิดขึ้นโดยใช้วิจารณญาณของผู้สัมภาษณ์ที่จะต้องเป็นผู้ที่มีประสบการณ์สูงในการสัมภาษณ์

แบบสัมภาษณ์จำแนกตามจำนวนคนที่ให้สัมภาษณ์ (Merriam, 1998; Van & Deobold, 1979; ผ่องพรรณ ตรัยมงคลกูล, 2543)

1. การสัมภาษณ์เป็นรายบุคคล (Individual interview) เป็นการสัมภาษณ์ของผู้สัมภาษณ์ 1 คนต่อผู้ให้สัมภาษณ์ 1 คน เป็นวิธีการสัมภาษณ์ทั่ว ๆ ไป ที่มีหลักการ ดังนี้

- ผู้สัมภาษณ์ควรหลีกเลี่ยงการโต้แย้ง โดยไม่พยายามแสดงความคิดเห็น
- ไม่ขัดจังหวะผู้ให้สัมภาษณ์ ทำหน้าที่เป็นผู้ฟังที่ดี หาวิธีการเบี่ยงเบนที่เหมาะสมเพื่อนำไปสู่เป้าหมาย
- หลีกเลี่ยงการชักจูงให้โดยใช้คำพูด หรือท่าทาง

Ref. code: 25635919030063XHM

- หลีกเลี่ยงคำถามซ้อนคำถาม หรือคำถามที่ระบุเพียง ใช่ กับ ไม่ใช่ ฯลฯ ซึ่ง

การสัมภาษณ์รายบุคคล มีข้อดี และข้อจำกัด ดังแสดงในตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7

แสดงข้อดีและข้อจำกัดของการสัมภาษณ์เป็นรายบุคคล

ข้อดี	ข้อจำกัด
1. มีความเป็นส่วนตัว 2. ซักถามได้อย่างลึกซึ้ง และผู้ให้สัมภาษณ์มีอิสระในการตอบ 3. ยืดหยุ่นและเปลี่ยนแปลงได้ตามสถานการณ์ 4. ใช้การสังเกตสภาพแวดล้อม และพฤติกรรมของผู้ให้สัมภาษณ์ที่นำมาประกอบการวิเคราะห์ข้อมูล 5. ใช้ได้กับบุคคลโดยทั่ว ๆ ไป 6. ได้ข้อเท็จจริงบางอย่างที่ซ่อนเร้นจากการซักถาม	1. เสียค่าใช้จ่ายและแรงงานจำนวนมาก 2. ต้องใช้ผู้สัมภาษณ์ที่มีความชำนาญจึงจะได้ข้อมูลที่แท้จริง 3. เกิดความลำเอียงจากผู้สัมภาษณ์ 4. เกิดความขัดแย้งทางความคิดระหว่างผู้สัมภาษณ์และผู้ให้สัมภาษณ์ 5. ความแตกต่างทางเชื้อชาติ ศาสนา หรืออื่น ๆ ที่อาจจะเป็นอุปสรรคในการสัมภาษณ์

ที่มา: สมชาย วรกิจเกษมสกุล (2554)

2. การสัมภาษณ์เป็นกลุ่มหรือการสนทนากลุ่ม (Focus group interview) เป็นการสัมภาษณ์ที่ประยุกต์มาจากการอภิปรายกลุ่ม ผสมผสานกับวิธีการสัมภาษณ์ที่จะได้ข้อมูลเชิงปฏิสัมพันธ์ของกลุ่มบุคคลด้วย (นงพรรณ พิริยานุพงศ์, 2546) มีหลักการเบื้องต้นในการดำเนินการดังนี้

1) จุดมุ่งหมายของการสนทนากลุ่ม มีดังนี้

- ใช้ในการกำหนดสมมุติฐาน
- ใช้ในการสำรวจความคิดเห็น เจตคติและคุณลักษณะที่สนใจ
- ใช้ทดสอบแนวคิดเกี่ยวกับประเด็นที่ผู้สัมภาษณ์ต้องการ
- ใช้ในการประเมินผลข้อมูล
- ใช้ในการกำหนดคำถามและทดลองใช้แบบสอบถาม
- ใช้ค้นหาคำตอบที่ยังคลุมเครือที่ได้จากเครื่องมือเก็บข้อมูลอื่น ๆ

Ref. code: 25635919030063XHM

2) ขนาดของกลุ่มในการสัมภาษณ์ประมาณ 6-12 คน เพื่อให้สมาชิกกลุ่มได้มีโอกาสในการแสดงความคิดเห็นอย่างทั่วถึง

3) จำนวนกลุ่ม ควรคำนึงถึงวัตถุประสงค์ของการใช้ข้อมูลว่าต้องการเปรียบเทียบหรือไม่ เช่น ต้องการเปรียบเทียบความคิดเห็นระหว่างเพศ ควรแยกกลุ่มเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนและลึกซึ้ง

4) ผู้สัมภาษณ์หรือผู้นำสนทนากลุ่ม มีบทบาทในการชี้แจงวัตถุประสงค์และกระตุ้นให้สมาชิกกลุ่มสนทนาทุกคนแสดงความคิดเห็นเท่านั้นไม่ควรนำความคิดของตนเอง หรือเชื่อมโยงความคิดเห็นของสมาชิกกลุ่มสนทนา

5) เวลาที่ใช้ในการสนทนากลุ่มอย่างต่อเนื่อง ใช้เวลาประมาณ 1 - 2 ชั่วโมง ถ้าใช้เวลานานกว่านี้สมาชิกอาจจะหมดความสนใจในประเด็นที่ต้องการ

6) การบันทึกข้อมูล ควรใช้วิธีการจดบันทึกข้อมูล ประกอบกับการบันทึกเทปหรือวีดีทัศน์ เพื่อนำมาเก็บรายละเอียดของข้อมูล แต่ควรได้รับการอนุญาตจากสมาชิกกลุ่ม

7) ผู้จดบันทึกต้องบันทึกผังการนั่งสนทนา จดบันทึกข้อมูล (เพียงอย่างเดียวเท่านั้น) และเป็นผู้ถอดเทปด้วยตนเองเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่สอดคล้องกัน

การสัมภาษณ์เป็นกลุ่ม มีข้อดีและข้อจำกัด ดังแสดงในตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8

แสดงข้อดีและข้อจำกัดของการสัมภาษณ์เป็นกลุ่ม

ข้อดี	ข้อจำกัด
1. ประหยัดค่าใช้จ่ายและแรงงาน 2. ได้ข้อมูลของสมาชิกที่แสดงพฤติกรรมกลุ่ม 3. รับทราบแบบแผนการมีปฏิสัมพันธ์ของกลุ่ม 4. เป็นการระดมสมองที่ทำให้ได้คำตอบที่มีคุณภาพเนื่องจากมีการชี้แจงในประเด็นที่ไม่ชัดเจน	1. ยุ่งยากในการนัดหมายผู้ให้สัมภาษณ์ที่จะมาพร้อมกัน 2. กลุ่มมีความคิดเห็นที่สอดคล้องกันโดยขาดเหตุผล 3. จำกัดความคิดของบุคคลที่มีความเกรงใจหรือเคารพในสถานภาพของบุคคลในกลุ่ม 4. ผู้ที่มีความอ่อนแอทางความคิดจะได้รับการครอบงำจากผู้ที่มีความคิดที่เข้มแข็ง

ที่มา: Isaac & Michael (1982); สมชาย วรกิจเกษมสกุล (2554)

Ref. code: 25635919030063XHM

หลักการสัมภาษณ์ที่ดี

ในการสัมภาษณ์เพื่อให้ได้ข้อมูลตามที่ต้องการอย่างมีประสิทธิภาพ มีหลักการในการปฏิบัติ ดังนี้

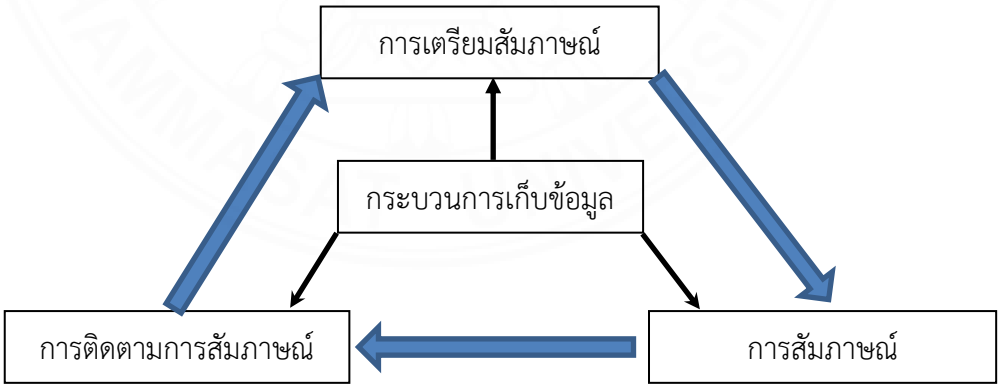
1. กำหนดจุดมุ่งหมายและขั้นตอนในการสัมภาษณ์ให้ชัดเจน ว่าในการสัมภาษณ์ต้องการข้อมูลใด มีการกำหนดคำถามอะไรก่อน-หลัง และการใช้แบบสัมภาษณ์ที่มีโครงสร้างจะทำให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วน สมบูรณ์ นำไปวิเคราะห์ข้อมูลได้ง่ายกว่า

2. ผู้สัมภาษณ์จะต้องเตรียมตัวและวัสดุอุปกรณ์ที่จะต้องใช้ให้พร้อม กล่าวคือ ผู้ให้สัมภาษณ์จะต้องศึกษาในประเด็นที่ต้องการสัมภาษณ์ให้ชัดเจน กว้างขวางและลึกซึ้ง และประวัติส่วนตัวหรือลักษณะพิเศษของผู้ให้สัมภาษณ์จะได้สร้างบรรยากาศในการให้ข้อมูล พร้อมทั้งจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ให้พร้อมและสามารถใช้งานได้เมื่อต้องการ เช่น เทปบันทึกเสียง หรือกล้องถ่ายรูป เป็นต้น

3. การจัดเตรียมผู้ให้สัมภาษณ์ที่จะต้องคัดเลือกผู้ที่มีและสามารถให้ข้อมูลที่ต้องการอย่างแท้จริง โดยการศึกษาประวัติเป็นรายบุคคลทั้งอดีตและปัจจุบันว่ามีความสัมพันธ์กับข้อมูลที่ต้องการมากหรือน้อยเพียงใด มีความลำเอียงที่จะบิดเบือนข้อมูลที่ให้หรือไม่

กระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์

สิน พันธุ์พินิจ (2547) ได้นำเสนอกระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ ที่ประกอบด้วย การเตรียมสัมภาษณ์ การสัมภาษณ์ และการติดตามการสัมภาษณ์ ดังแสดงในภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.4 แสดงกระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ (สิน พันธุ์พินิจ, 2547)

การเตรียมสัมภาษณ์ เป็นขั้นตอนในการวางแผน ด้วยการกำหนดวัตถุประสงค์ว่าจะสัมภาษณ์ ใคร ที่ไหน เมื่อไร และอย่างไรให้ชัดเจน จากนั้นจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ ผู้ช่วยวิจัย หรือยานพาหนะ เป็นต้น ขั้นตอนการสัมภาษณ์มีดังนี้

Ref. code: 25635919030063XHM

1. กำหนดวัตถุประสงค์และวางแผนการสัมภาษณ์ โดยให้ระบุ วัน-เวลา สถานที่ และผู้ให้สัมภาษณ์ที่ชัดเจน

2. ประสานงานกับผู้ให้สัมภาษณ์ หน่วยงาน และผู้ที่เกี่ยวข้อง

3. เตรียมเครื่องมือในการสัมภาษณ์ เช่น แบบสัมภาษณ์ กล้องถ่ายรูป เทปบันทึกเสียง ปากกา/ดินสอ เป็นต้น

4. มีการฝึกอบรมผู้สัมภาษณ์ในกรณีที่มีผู้สัมภาษณ์หลายคน เพื่อให้ความเข้าใจในประเด็นที่ต้องการสอดคล้องกัน ดังนี้ (นงพรรณ พิริยานุพงศ์, 2546, น. 110)

1) อธิบายให้ทราบวัตถุประสงค์และความจำเป็นที่ต้องสำรวจข้อมูล

2) ให้ผู้สัมภาษณ์ทุกคนเข้าใจในข้อคำถามที่ถูกต้อง มีความสอดคล้องกัน โดยการชี้แจงข้อคำถามตามแบบสอบถามทีละประเด็น พร้อมการใช้เทคนิคในการถาม

3) ให้ผู้สัมภาษณ์รับทราบประเภทของข้อมูลในแต่ละข้อที่จะนำมาวิเคราะห์ เพื่อให้เก็บรวบรวมข้อมูลได้อย่างถูกต้อง

4) ศึกษาสภาพท้องถิ่น และลักษณะของสังคมที่จะไปสัมภาษณ์ เพื่อเป็นการเตรียมตัว

5) พยามยามปรับตัวให้เข้ากับคณะ มีความอดทน เสียสละ

6) รักษาระเบียบวินัยของหมู่คณะ รักษาเวลา/มารยาท หรือ การใช้ภาษาที่ถูกต้องและเหมาะสม กับผู้ให้สัมภาษณ์

7) การบริหารจัดการในการสัมภาษณ์ เช่น การแบ่งกลุ่ม การเลือกหัวหน้ากลุ่ม เวลานัดหมาย การรับ-ส่ง ฯลฯ

5. ประชุมผู้สัมภาษณ์ เพื่อรับทราบแผนปฏิบัติการและแนวทางการเก็บข้อมูล ค่าใช้จ่าย และกำหนดนัดหมายที่ชัดเจน พร้อมที่จะสัมภาษณ์

การจดบันทึกในการสัมภาษณ์

ในการจดบันทึกข้อมูลในการสัมภาษณ์ ผู้สัมภาษณ์จะต้องดำเนินการดังนี้ (นิภา ศรีไพโรจน์, 2531, น. 100)

1. จดบันทึกข้อมูลทันทีหลังจากเสร็จสิ้นการสัมภาษณ์เพื่อป้องกันการลืมสาระสำคัญของข้อมูลระหว่างการสัมภาษณ์

2. จดบันทึกข้อมูลเฉพาะเนื้อหาสาระที่สำคัญเท่านั้น โดยไม่ต้องแสดงความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์ประกอบ เพราะอาจจะทำให้ข้อมูลมีอคติ

3. อย่าเว้นข้อคำถามให้ว่างในแบบฟอร์มการสัมภาษณ์โดยไม่มีการจดบันทึก ถ้าไม่มีคำตอบควรบันทึกสาเหตุว่าเพราะเหตุใด

Ref. code: 25635919030063XHM

4. บันทึกผลโดยใช้ภาษาของผู้ให้สัมภาษณ์ แต่ถ้ายาวมากควรบันทึกเนื้อหาสาระที่ต้องการ และใช้ภาษาที่ชัดเจน ไม่คลุมเครือ

5. ข้อความที่บันทึก จะประกอบด้วย

1) ชื่อ-นามสกุล และที่อยู่

2) วัน-เดือน-ปี ที่สัมภาษณ์

3) ผลการสัมภาษณ์/ข้อสังเกตขณะสัมภาษณ์ หรือข้อเสนอแนะของผู้ให้สัมภาษณ์

4) สรุปผลการสัมภาษณ์

ลักษณะของผู้สัมภาษณ์ที่ดี

ในการสัมภาษณ์ใด ๆ ผู้สัมภาษณ์ เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ที่ควรจะมีลักษณะ ดังนี้ (นิภา ศรีไพโรจน์, 2531)

1. มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี เป็นผู้ที่มีอัธยาศัยดี ยิ้มแย้มแจ่มใสในระหว่างการสนทนาและสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี มีประสิทธิภาพ

2. มีบุคลิกลักษณะที่ดี เป็นผู้ที่มีกิริยาสุภาพ เรียบร้อย วางตัวได้เหมาะสมกับกาลเทศะ การพูดจาที่ไพเราะ อ่อนหวาน จะช่วยทำให้ได้รับข้อมูลที่มีประสิทธิภาพจากผู้ให้สัมภาษณ์ด้วยความเต็มใจและพึงพอใจ

3. มีความว่องไวในการรับรู้ มีไหวพริบดี เป็นผู้ที่มีประสาทในการรับรู้ที่ดี รวดเร็วและสามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นเฉพาะหน้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. มีความอดทน เป็นผู้ที่อดทนต่อความยากลำบาก ทั้งในการเดินทาง การรอคอยผู้ให้สัมภาษณ์ และการซักถามเพื่อให้ได้รับข้อมูลในระหว่างการสัมภาษณ์ โดยไม่แสดงกิริยาอาการที่เบื่อหน่าย

5. มีความซื่อสัตย์ เป็นผู้ที่มีความซื่อสัตย์ต่อตนเองในการจดบันทึกข้อมูลตามความเป็นจริง และต่อผู้อื่นในการแจ้งผลการสัมภาษณ์ให้ผู้ให้สัมภาษณ์ได้รับทราบและ ปรับปรุงแก้ไข

6. มีความยุติธรรม เป็นผู้ที่มีความยุติธรรมในการปฏิบัติตนต่อผู้ให้สัมภาษณ์ทุกคนอย่างเท่าเทียมกัน และไม่มีอคติต่อข้อมูลที่ไม่สอดคล้องกับความคิดเห็นของตนเอง

7. มีความละเอียดรอบคอบ เป็นผู้ที่สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์ได้อย่างครบถ้วนตามประเด็นสำคัญที่กำหนด ทั้งจากการซักถาม และการสังเกตสภาพแวดล้อมในระหว่างการสัมภาษณ์เพื่อนำข้อมูลมาประกอบการพิจารณาสรุปผล

8. มีความรู้ความเข้าใจในแบบสัมภาษณ์ เป็นผู้ที่มีความเข้าใจในประเด็นที่กำหนดในแบบสัมภาษณ์อย่างชัดเจน และสามารถใช้แบบสัมภาษณ์ในการสัมภาษณ์ได้อย่างคล่องแคล่ว

Ref. code: 25635919030063XHM

9. มีความสนใจในการสัมภาษณ์ เป็นผู้ที่ให้ความสนใจในประเด็น ที่จะสัมภาษณ์ สนใจในข้อคำถามทำให้สามารถซักถามผู้ให้สัมภาษณ์ เพื่อให้ได้รับข้อมูลตามวัตถุประสงค์

ลักษณะของการใช้คำถามในการสัมภาษณ์

การใช้คำถามในการสัมภาษณ์ได้จำแนกลักษณะการใช้คำถามตามช่วงเวลาการสัมภาษณ์ได้ ดังนี้ (โยธิน แสวงดี, 2541)

1. คำถามสร้างความคุ้นเคย เป็นคำถามที่กำหนดขึ้นในช่วงเริ่มต้นของการสัมภาษณ์เพื่อสร้างความคุ้นเคย หรือสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองระหว่างผู้สัมภาษณ์กับผู้ให้สัมภาษณ์ โดยที่ผู้สัมภาษณ์แนะนำตนเอง และทีมงานแล้วให้ผู้ให้สัมภาษณ์ได้แนะนำตนเอง และนำสนทนาในเรื่องทั่ว ๆ ไป

2. คำถามหลักที่เป็นคำถามเฉพาะเจาะจง เป็นคำถามที่กำหนดขึ้นใช้ในระหว่างการสัมภาษณ์ที่เกี่ยวกับประเด็นหลักที่ต้องการคำตอบอย่างแท้จริงที่ผู้สัมภาษณ์ต้องมีความเข้าใจอย่างชัดเจนลึกซึ้งจึงจะสามารถนำมาใช้เป็นประเด็นในการสนทนาได้อย่างต่อเนื่อง และเป็นไปตามธรรมชาติให้มากที่สุด

3. คำถามสร้างความผ่อนคลาย เป็นคำถามที่กำหนดขึ้น เมื่อผู้สัมภาษณ์พิจารณาว่าได้รับข้อมูลจากการสัมภาษณ์เพียงพอแล้ว ที่อาจจะเป็นการสรุปข้อมูลที่ได้รับ เพื่อให้ผู้ให้สัมภาษณ์ได้ทบทวนคำตอบที่ให้ข้อมูลด้วยตนเอง หรือการกล่าวเพื่อแสดงการขอบคุณ มอบของที่ระลึก และเปิดโอกาสขอข้อมูลเพิ่มเติมในภายหลังได้

วิธีวิเคราะห์และสรุปผลจากการสัมภาษณ์

หลังจากเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์ จะมีการนำข้อมูลมาวิเคราะห์ และสรุปผล ดังนี้ (ผ่องพรรณ ตรัยมงคลกูล, 2543)

1. ตรวจสอบข้อมูลเบื้องต้น ว่าน่าเชื่อถือเพียงใด มีหลักฐานใดในการพิจารณาประกอบ โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) และการพิจารณาความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูล

2. ลดทอนข้อมูลจากรายละเอียดไปสู่ภาพรวมที่แสดงแบบแผนของ ความคิดหรือพฤติกรรม

3. ในกรณีการสัมภาษณ์กลุ่ม ข้อมูลที่สรุปจะต้องเป็นภาพรวมของกลุ่มที่สะท้อนอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นภายในกลุ่มด้วย

4. การนำเสนอข้อมูล ทั้งในการสัมภาษณ์รายบุคคลหรือรายกลุ่ม จะใช้วิธีการบรรยาย ที่เสริมด้วยคำพูดของให้ผู้สัมภาษณ์บางตอนที่เน้นความหมายให้เกิดความชัดเจนมากยิ่งขึ้น

Ref. code: 25635919030063XHM

ข้อดีและข้อจำกัดของการสัมภาษณ์

การสัมภาษณ์เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมีข้อดีและข้อจำกัด แสดงในตารางที่ 2.9 ดังนี้

ตารางที่ 2.9

แสดงข้อดีและข้อจำกัดของการสัมภาษณ์

ข้อดี	ข้อจำกัด
1. แก้ปัญหาการได้รับแบบสอบถามส่งกลับคืนมาค่อนข้างน้อย 2. สามารถให้คำชี้แจงเพิ่มเติมในข้อคำถามที่ผู้ให้ข้อมูลเกิดความสงสัยให้มีความชัดเจนมากขึ้น และซักถามข้อมูลเพิ่มเติม เมื่อพิจารณาว่ายังได้รับข้อมูลไม่ครบถ้วน 3. นำไปใช้ได้กับผู้ให้สัมภาษณ์อย่างหลากหลายลักษณะ และมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้กับบุคคลที่อ่านและเขียนหนังสือไม่ได้ 4. ใช้การสังเกตในระหว่างการสัมภาษณ์ทั้งบุคลิกภาพ แววตา กิริยาท่าทางของผู้ให้สัมภาษณ์ และสภาวะแวดล้อมที่จะนำมาประกอบการพิจารณาสรุปผลข้อมูล 5. ผู้ให้สัมภาษณ์มีความพยายามที่จะให้ข้อมูลเนื่องจากเป็นการให้ข้อมูลแบบเผชิญหน้า	1. ต้องใช้เวลา แรงงาน และงบประมาณจำนวนมาก โดยเฉพาะ ผู้ให้สัมภาษณ์ที่อยู่ห่างไกลกัน 2. ผู้ให้สัมภาษณ์อาจจะเกิดความละอายในการให้ข้อมูลบางลักษณะที่ต้องการความเป็นส่วนตัว 3. ผู้สัมภาษณ์จะต้องเป็นบุคคลที่มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี จึงจะทำให้ได้รับความร่วมมือในการให้ข้อมูลที่ถูกต้อง ชัดเจน และครบถ้วน 4. กรณีใช้แบบสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง ทำให้ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ค่อนข้างยุ่งยากโดยเฉพาะกรณีที่มีผู้สัมภาษณ์หลายคน 5. ขจัดอคติของผู้สัมภาษณ์ที่มีต่อผู้ให้สัมภาษณ์ได้ยากในกรณี รู้จักกันเป็นส่วนตัว 6. ภาษาของผู้สัมภาษณ์และผู้ให้สัมภาษณ์ในการสื่อความหมายที่ไม่สอดคล้องกันอาจก่อให้เกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน

ที่มา: นิภา ศรีไพโรจน์, (2531): นงพรรณ พิริยานุพงศ์, (2546)

Ref. code: 25635919030063XHM

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพที่ได้จากการสัมภาษณ์ เป็นการจำแนกแยกแยะข้อมูล จัดข้อมูลออกมาเป็นกลุ่ม ด้วยการทำความเข้าใจตีความเนื้อหาของข้อมูล เช่น การวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) การตีความ (Interpretative) ซึ่งกระทำไปพร้อมกับการเก็บข้อมูล และผู้วิเคราะห์ข้อมูลต้องเป็นนักวิจัยเองเท่านั้นเพราะจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในบริบทที่ศึกษาเป็นอย่างดี (ประณีต ส่งวัฒนา, 2543)

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพจากการสัมภาษณ์สามารถนำมาวิเคราะห์แบบแก่นสาระ (Thematic analysis) เป็นวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลที่เน้นการหาความหมาย การตีความข้อมูล อย่างลึกซึ้งจากมุมมองของคนใน ผู้วิจัยต้องวิเคราะห์ด้วยตนเองตลอดกระบวนการเก็บข้อมูล ใช้วิธีการอ่านทบทวนหลายครั้ง เพื่อการบรรยาย อธิบาย หรือตีความ ซึ่งแบ่งเป็นขั้นตอนได้ 5 ดังนี้ (Braun & Clarke, 2012; ฉวีวรรณ ศรีดาวเรือง, 2562)

1. การจัดระเบียบข้อมูล (Preparing and exploring the data for analysis) คือ ผู้วิจัยต้องดูภาพรวมอย่างละเอียดของข้อมูลทั้งหมดที่รวบรวมมาได้ ก่อนที่เราจะเริ่มวิเคราะห์แต่ละรายการ ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับการถอดเสียง การอ่านข้อความ และการจดบันทึกเบื้องต้น

2. การกำหนดรหัสข้อมูล (Coding) เป็นการให้รหัสข้อมูล ซึ่งเป็นการตั้งชื่อคำหรือข้อความที่ได้จากการค้นพบในข้อความ ซึ่งโดยทั่วไปจะกำหนดเป็นวลีหรือประโยค และมีป้ายคำหรือ รหัส เพื่ออธิบายเนื้อหา

3. การให้ความหมาย ตีความของข้อมูล (Themes and categories) การสร้างธีม (Theme) ซึ่งได้จากการรวบรวมตีความหมายจากข้อมูลที่ได้รับ แล้วนำมาเชื่อมโยงเพื่อให้สัมพันธ์กับวัตถุประสงค์ของวิจัย

4. การแสดงข้อมูล จัดกลุ่มข้อมูล (Data display) เป็นการจัดกระทำกับข้อมูลโดยหาความสัมพันธ์ของข้อมูล แล้วนำเสนอข้อมูล เช่น สร้างตาราง แผนภูมิ หรือ แผนที่ทางความคิด

5. การนำเสนอข้อมูล (Representing the data analysis) การนำเสนอข้อค้นพบแยกตามหมวดหมู่ของแก่นสาระ (Themes) และมีการแสดงข้อความสนับสนุนมโนทัศน์ย่อยและหลักโดยใช้ข้อมูลจากคำพูดของกลุ่มตัวอย่างเพื่อเป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ นำมาเขียนรายงาน

Ref. code: 25635919030063XHM

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์และเจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้ เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

3.1 รูปแบบงานวิจัย

3.2 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

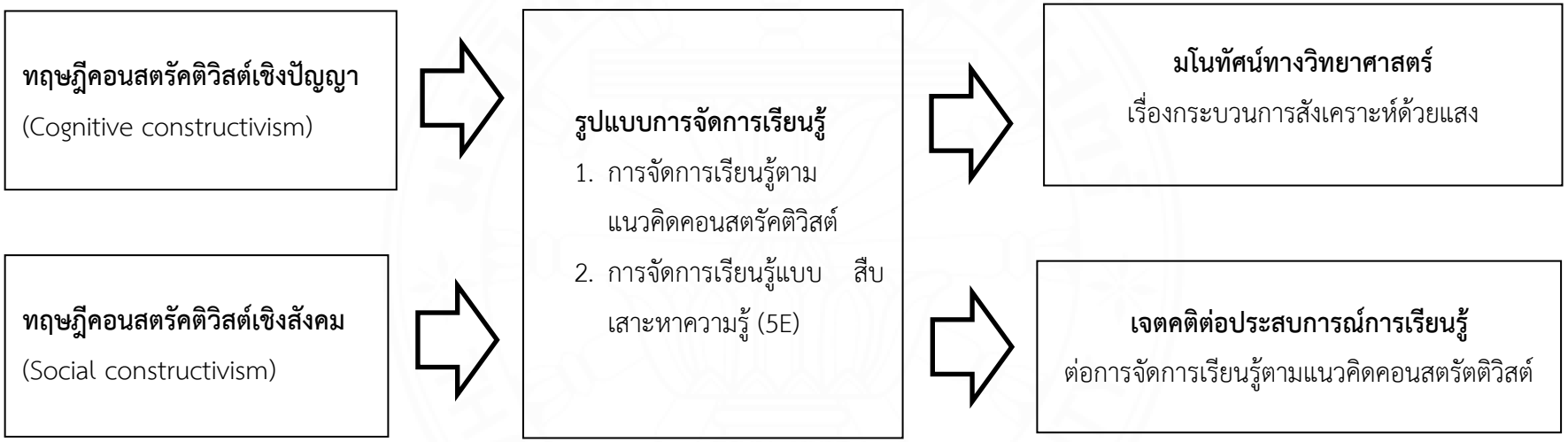
3.4 การดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 รูปแบบงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed methods research) โดยอาศัยระเบียบวิธีวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative research) และการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative research) ซึ่งการวิจัยเชิงปริมาณที่ผู้วิจัยใช้เป็นการทดลองแบบกึ่งทดลอง (Quasi- experiment research) แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม (Two group pretest – posttest design) โดยกลุ่มทดลอง คือ กลุ่มที่ได้รับจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ส่วนกลุ่มควบคุม คือ กลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) มีการวัดตัวแปรตาม ซึ่งประกอบด้วย 2 องค์ประกอบ คือ แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ชนิดเลือกตอบ 2 ระดับ (Two - tier multiple-choice test) และใช้แบบสัมภาษณ์ เพื่อสำรวจเจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้ต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ และมีการรวบรวมข้อมูลทั้งก่อนและหลังการทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 3.1 ทั้งนี้รูปแบบงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้พิจารณาจากแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากบทที่ 2 ดังกล่าวมาแล้วนั้น จึงได้กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังนี้

Ref. code: 25635919030063XHM



ภาพที่ 3.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

Ref. code: 25635919030063XHM

ตารางที่ 3.1

แสดงรูปแบบการวิจัยแบบ Two group pretest – posttest design (Campbell & Stanley, 2015)

กลุ่มทดลอง	O_1---------- X ----------O_2
กลุ่มควบคุม	O_1---------- ~X ----------O_2

O_1 หมายถึง การเก็บข้อมูลของคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนทดลอง

X หมายถึง การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

~X หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

O_2 หมายถึง การเก็บข้อมูลคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังทดลอง

3.2 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับประถมศึกษาของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน กรุงเทพมหานคร จำนวน 312,499 คน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2562)

3.2.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร โดยดำเนินการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างตามขั้นตอน ต่าง ๆ ดังนี้

1. การเลือกโรงเรียน โดยผู้วิจัยใช้วิธีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) โดยเลือกโรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย เขตสีลม กรุงเทพมหานครเป็นตัวแทนสถานศึกษาสำหรับการวิจัย เนื่องจากเป็นโรงเรียนเอกชนขนาดใหญ่ ที่เปิดสอนตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีจำนวนห้องเรียนและจำนวนนักเรียนเพียงพอสำหรับการเป็นกลุ่มตัวอย่าง มีการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) นอกจากนั้น ผู้บริหาร และบุคลากรครูให้การสนับสนุนและร่วมมือในการทำวิจัยเป็นอย่างดี

2. การเลือกระดับชั้นเรียนของกลุ่มตัวอย่าง เลือกแบบเฉพาะเจาะจง คือ นักเรียนที่เรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีทั้งหมด 10 ห้องเรียน โดยโรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัยแบ่งการจัดการเรียนการสอนเป็น 2 หลักสูตร ได้แก่ หลักสูตรสามัญ (Regular program)

Ref. code: 25635919030063XHM

จำนวน 7 ห้องเรียน และหลักสูตรการใช้ภาษาอังกฤษเป็นสื่อการสอน (English immersion program) 3 ห้องเรียน เนื่องจากในเนื้อหาที่ผู้วิจัยต้องการวัดเป็นเนื้อหาของนักเรียนที่เรียนในหลักสูตรสามัญ คือ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 1-7 ทั้งนี้ผู้วิจัยพิจารณาจากคะแนนสอบวิชาวิทยาศาสตร์ (ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์) ในปีการศึกษา 2561 ที่ผ่านมา แล้วทำการเลือกมา 2 ห้องเรียน โดยมีวิธีการดังนี้

1) นำคะแนนสอบวิชาวิทยาศาสตร์ในปีการศึกษา 2561 ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 แต่ละห้องมาหาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เป็นรายห้อง แสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2

แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ห้อง	จำนวน (คน)	ค่าเฉลี่ย (คะแนน)	S.D.
4/1	49	70.89	12.71
4/2	50	64.30	14.54
4/3	50	65.45	16.52
4/4	50	64.76	12.87
4/5	49	63.67	14.05
4/6	52	88.86	8.87
4/7	48	88.56	5.01

หมายเหตุ : คะแนนเต็ม 100 คะแนน

2) เลือกห้องเรียนที่มีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของห้องที่ใกล้เคียงกันจำนวน 2 ห้อง ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยค่าสถิติที (t-test independent) ดังตารางที่ 3.3

Ref. code: 25635919030063XHM

ตารางที่ 3.3

แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ห้อง	จำนวน (คน)	ค่าเฉลี่ย (คะแนน)	S.D.	t	p-value
4/2	50	64.30	14.54	-.342	.170
4/4	50	64.76	12.87		

จากตารางที่ 3.3 ผู้วิจัยได้นักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใกล้เคียงกันทั้ง 2 กลุ่ม จำนวน 2 ห้อง คือ ห้อง ป.4/2 และ ป.4/4 จำนวนห้องละ 50 คน มีค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 64.30 และ 64.76 คะแนน ตามลำดับ และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ คิดเป็น 14.54 และ 12.87 คะแนนตามลำดับ และเมื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยค่าสถิติที่ (t-test independent) ได้ค่าสถิติทดสอบทีเท่ากับ -.342 และค่า p-value เท่ากับ .170 ซึ่งมากกว่า .05 แสดงว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการวิชาวิทยาศาสตร์ของทั้ง 2 ห้อง แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

3) ทำการสุ่มอย่างง่าย (Sample random sampling) ด้วยวิธีการจับฉลากเพื่อกำหนดกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยกลุ่มทดลอง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/2 จำนวน 50 คน และกลุ่มควบคุม คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/4 จำนวน 50 คน

3.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 2 ประเภท ได้แก่

3.3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ

3.3.1.1 แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

3.3.1.2 แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างใช้ศึกษาเจตคติต่อประสบการณ์เรียนรู้ต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

3.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง มี 2 ประเภท ได้แก่

3.3.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

3.3.2.2 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

Ref. code: 25635919030063XHM

3.3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.1.1 แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

ซึ่งใช้วัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้งก่อนและหลังเรียน ในการสร้างแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1) ศึกษาแนวทางการสร้างแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์จากเอกสารต่าง ๆ ได้แก่ ตำรา บทความ งานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ ซึ่งการสร้างแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์นี้ได้ปรับจากบทความวิจัยของ Gurel, Eryılmaz, and McDermott (2015) และ วันเพ็ญ คำเทศ (2560) ประกอบด้วย 2 ตอน คือ ส่วนที่ 1 เป็นคำถามเชิงความคิด ซึ่งเป็นแบบเลือกตอบ 2 ตัวเลือก คือ ใช่/ไม่ใช่ ส่วนที่ 2 เป็นส่วนของเหตุผลที่สนับสนุนคำตอบในตอนที่ 1

2) วิเคราะห์หลักสูตร เนื้อหา มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กระทรวงศึกษาธิการ

3) ดำเนินการวิเคราะห์เนื้อหามโนทัศน์ที่ถูกต้องจากเอกสารต่าง ๆ ได้แก่ คู่มือการจัดการเรียนรู้ แบบเรียน ตำราวิชาวิทยาศาสตร์ชีววิทยา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ จากนั้นดำเนินการสรุปมโนทัศน์ที่ถูกต้องตามหัวข้อที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ นำเสนอดังในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4

แสดงมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่มักถูกเข้าใจผิดของนักเรียน พร้อมคำอธิบายที่ถูกต้อง เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

มโนทัศน์ที่มักถูกเข้าใจผิด	มโนทัศน์ที่ถูกต้องพร้อมคำอธิบาย
1. วัตถุดิบกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช	1) กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงต้องการแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำเป็นวัตถุดิบในการสร้างอาหาร 2) กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง คือ กระบวนการสร้างอาหารของพืชที่ต้องใช้สารอนินทรีย์ ได้แก่ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำ และมีคลอโรฟิลล์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานเคมี ได้น้ำตาลซึ่งเป็นสารอินทรีย์เป็นผลิตภัณฑ์ และมีไอน้ำกับแก๊สออกซิเจนเป็นผลพลอยได้ 3) พืชดูดน้ำผ่านราก แล้วลำเลียงน้ำผ่านท่อลำเลียงน้ำและแร่ธาตุ (Xylem) จากนั้นจะส่งไปที่ใบ เพื่อใช้ในการสร้างอาหาร

Ref. code: 25635919030063XHM

ตารางที่ 3.4

แสดงมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่มักถูกเข้าใจผิดของนักเรียน พร้อมคำอธิบายที่ถูกต้อง เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (ต่อ)

มโนทัศน์ที่มักถูกเข้าใจผิด	**มโนทัศน์ที่ถูกต้องพร้อมคำอธิบาย**
2. กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงกับกระบวนการหายใจของพืช	1) กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เป็นกระบวนการสร้างอาหารของพืช เกิดในเวลาที่มีแสง เป็นกระบวนการที่ใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำเป็นวัตถุดิบ และพืชต้องใช้คลอโรฟิลล์ดูดกลืนพลังงานแสงมาช่วยให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมี ได้น้ำตาลเป็นผลิตภัณฑ์ และพืชจะปล่อยแก๊สออกซิเจน และ ไอน้ำออกมา 2) กระบวนการหายใจของพืช เป็นกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊สของพืช เกิดขึ้นตลอดเวลา โดยพืชใช้แก๊สออกซิเจนที่ได้จากการหายใจไปใช้สลายอาหาร คือ น้ำตาลกลูโคสไปเป็นพลังงาน และจะปล่อยแก๊สคาร์บอนได ออกไซด์กับไอน้ำออกมา 3) พืชมีการหายใจตลอดเวลาไม่ว่าจะเป็นกลางวันหรือกลางคืน เวลากลางคืนพืชจะไม่มีการสังเคราะห์ด้วยแสงหรือมีการสังเคราะห์ด้วยแสงน้อยมาก เพราะปริมาณแสงมีไม่เพียงพอ 4) พืชจะใช้แก๊สออกซิเจนในการหายใจและปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาตลอดเวลา โดยไม่มีการนำไปใช้ ดังนั้น ในเวลากลางคืนพืชจึงเกิดกระบวนการหายใจเพียงอย่างเดียว ไม่ได้เกิดกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
3. อาหารของพืช	1) อาหารของพืช คือ น้ำตาลกลูโคส เป็น สารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต โดยพืชนำพลังงานจากแสงของดวงอาทิตย์มาช่วยสร้างอาหาร พืชมีสารสีเขียวที่เรียกว่า “คลอโรฟิลล์” มีหน้าที่ดูดจับพลังงานแสงไว้แล้วเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมี ซึ่งอาหารของพืชสร้างจากการนำแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกดูดเข้ามาทางปากใบของพืช และน้ำที่ดูดได้จากราก กลายเป็นน้ำตาลกลูโคสแล้ว นอกจากนั้นกระบวนการสร้างอาหารของพืชยังปล่อยแก๊สออกซิเจน และไอน้ำออกมาด้วย 2) แร่ธาตุของพืช แบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่ แร่ธาตุหลัก แร่ธาตุรอง แร่ธาตุเสริม แร่ธาตุเหล่านี้มีส่วนช่วยส่งเสริมให้ระบบต่าง ๆ ของพืชทำงานได้มีประสิทธิภาพดีขึ้น เช่น ไนโตรเจน (N) มีส่วนช่วยในการสร้างสารสีเขียวในพืช คือ คลอโรฟิลล์ ฟอสฟอรัส (P) ทำหน้าสำคัญเกี่ยวกับการถ่ายทอด

Ref. code: 25635919030063XHM

ตารางที่ 3.4

แสดงมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่มักถูกเข้าใจผิดของนักเรียน พร้อมคำอธิบายที่ถูกต้อง เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (ต่อ)

มโนทัศน์ที่มักถูกเข้าใจผิด	**มโนทัศน์ที่ถูกต้องพร้อมคำอธิบาย**
	พลังงาน เป็นวัตถุดิบในกระบวนการสร้างสารต่าง ๆ และควบคุมระดับความเป็นกรด-ด่าง ของกระบวนการลำเลียงน้ำในเซลล์พืช และโพแทสเซียม (K) ช่วยในกระบวนการสร้างแป้ง ช่วยในกระบวนการสังเคราะห์แสง ช่วยในการลำเลียงสารอาหาร ช่วยรักษาสมดุลระหว่างกรดและเบส 3) พืชเจริญเติบโตได้จากอาหารที่ถูกสร้างขึ้นจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช และได้รับแร่ธาตุจากดิน เพื่อเสริมสร้างให้พืชแข็งแรง

ที่มา: (ปัณณ์ณัท พึ่งพิง และ อติคุณ โชติรัตนโชติ, 2561; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561; สุวิภา วงษ์แสง และ อภิญญา อินไร่ขิง, 2561)

4) ศึกษาวิเคราะห์และเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ผลการศึกษาวิจัยของนักการศึกษาหลายท่านพบว่าผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หรือมีความเข้าใจผิดหลายเรื่องเกี่ยวกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยผู้วิจัยขอจัดกลุ่มของความเข้าใจผิดที่พบมากเป็น 3 กลุ่ม และนำไปใช้สร้างแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ ดังแสดงในตารางที่ 3.5 (ภาคผนวก ค)

Ref. code: 25635919030063XHM

ตารางที่ 3.5

แสดงมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนกับจำนวนข้อในแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

หัวข้อ	มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	ข้อที่
1. วัตถุดิบกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช	1) กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงต้องการแก๊สออกซิเจนและน้ำเป็นวัตถุดิบในการสร้างอาหารของพืช	1 – 2
	2) การสังเคราะห์ด้วยแสงสามารถเกิดได้โดยไม่ใช้น้ำ	3 – 4
	3) พืชดูดน้ำทางใบ เพื่อใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง	5 – 6
2. กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงกับกระบวนการหายใจของพืช	1) การสังเคราะห์ด้วยแสง คือการหายใจของพืช	7 – 8
	2) เมื่อพืชทำการสังเคราะห์ด้วยแสงพืชจะไม่หายใจในขณะที่สัตว์หายใจตลอดเวลา	9 – 10
	3) พืชสังเคราะห์ด้วยแสงในเวลากลางวัน และพืชจะหายใจในเวลากลางคืน	11 – 12
	4) พืชใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในการหายใจ และผลิตแก๊สออกซิเจน	13 – 14
3. อาหารของพืช	1) พืชได้รับอาหารจากดินผ่านราก	15 – 16
	2) แร่ธาตุคืออาหารของพืช	17 – 18
	3) จำนวนของพืชที่เพิ่มขึ้นเกิดจากพืชที่ได้รับน้ำและแร่ธาตุที่มาจากดินเท่านั้น	19 – 20

5) นำข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยและการสัมภาษณ์ผู้สอน ทั้งในระดับมหาวิทยาลัย มัธยมศึกษา และประถมศึกษาที่มีประสบการณ์สอน และจากการสร้างข้อคำถามตามแบบ Science and plants for schools (2019) รวมทั้งสร้างแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ตามแบบการสร้างแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชนิดเลือกตอบ 2 ระดับ ของ Haslam and Treagust (1987) จากนั้นให้นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ได้เป็นกลุ่มตัวอย่างลองตอบ เพื่อนำไปใช้ในการสร้างตัวลวงในแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง แล้วนำข้อมูลที่ได้ปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม เพื่อขอคำแนะนำปรับปรุงแก้ไข ตัวอย่างข้อคำถาม เช่น

Ref. code: 25635919030063XHM

ให้นักเรียนตอบคำถามตามความเข้าใจของตนเอง

1. อาหารของพืชได้มาจากที่ไหน .....
   เพราะ .....
2. นักเรียนคิดว่าตอนเที่ยงเกิดอะไรขึ้นในใบไม้ของพืช .....
   เพราะ .....
3. นักเรียนคิดว่าตอนเที่ยงคืนเกิดอะไรขึ้นในใบไม้ของพืช .....
   เพราะ .....
4. การสังเคราะห์ด้วยแสงเกิดขึ้นกับสิ่งมีชีวิตชนิดใด .....
   เพราะ .....
5. สิ่งมีชีวิตใดบ้างต้องการออกซิเจนเพื่อความอยู่รอด .....
   เพราะ .....

ภาพที่ 3.2 ตัวอย่างข้อคำถาม

6) ดำเนินการสร้างแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งเป็นแบบเลือกตอบแบบ 2 ระดับ ตามแนวทางที่ได้ศึกษาไว้แล้ว จำนวน 20 ข้อ โดยแบ่งนักเรียนที่มีระดับมโนทัศน์แตกต่างกัน เป็น 3 กลุ่ม (ศักดิ์ศรี สุภาษร, นุจรี สุภาษร, วรรณวไล อธิวาสน์พงศ์, และ สนธิ พลชัยยา, 2559; Calik, Ayas, & Coll, 2010) ดังนี้

1. กลุ่มความเข้าใจมโนทัศน์ถูกต้อง (Sound or good conceptual understanding: SU) หมายถึง นักเรียนกลุ่มที่ตอบถูกทั้งสองตัวเลือก (1 คะแนน)
2. กลุ่มความเข้าใจมโนทัศน์คลาดเคลื่อน (Alternative conceptual understanding: AU) หมายถึง นักเรียนกลุ่มที่ตอบถูกเพียงตัวเลือกเดียว (0 คะแนน)
3. กลุ่มความเข้าใจมโนทัศน์ผิด (Misconceptual understanding: MU) หมายถึง นักเรียนกลุ่มที่ตอบคำถามในแบบทดสอบแบบสองส่วนผิดทั้งสองตัวเลือก (-1 คะแนน)

สรุปผลของการวินิจฉัยของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์แบบเลือกตอบ 2 ระดับ เป็นไปตามตารางที่ 3.6 ดังนี้

Ref. code: 25635919030063XHM

ตารางที่ 3.6

แสดงกลุ่มนักเรียนที่มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนจากการตอบแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ แบบเลือกตอบ 2 ระดับ จำนวน 3 กลุ่ม

แบบที่	**แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์**		**รหัส**	**ความเข้าใจมโนทัศน์**	
	ส่วนที่ 1	**ส่วนที่ 2**		**ความเข้าใจมโนทัศน์**	**สัญลักษณ์**
1	ถูกต้อง	ถูกต้อง	1	มโนทัศน์ถูกต้อง	SU
2	ถูกต้อง ผิด	ผิด ถูกต้อง	0	มโนทัศน์คลาดเคลื่อน	AU
3	ผิด	ผิด	-1	มโนทัศน์ผิด	MU

ที่มา: ศักดิ์ศรี สุภาษร, นุจรี สุภาษร, วรรณวไล อธิวาสน์พงศ์, และ สนธิ พลชัยยา, (2559); Calik et al., (2010)

จากตารางที่ 3.6 กำหนดรหัสจากการตอบแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยในการคำนวณจะใช้สัญลักษณ์ 0 กับ 1 เท่านั้น โดยใช้ 1 คะแนน แทนการทำแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในข้อที่ทำถูกทั้ง 2 ส่วน ดังนั้น ในแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ มีทั้งหมด 20 ข้อ คะแนนเต็มจึงเท่ากับ 20 คะแนน ส่วน 0 คะแนน แทนการทำแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในข้อที่ทำถูก 1 ใน 2 ส่วน ดังนั้น ในแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ มีทั้งหมด 20 ข้อ คะแนนเต็มจึงเท่ากับ 20 คะแนน โดยไม่นับจำนวนนักเรียนที่ตอบแบบวัดมโนทัศน์ผิดทั้ง 2 ส่วน

นำแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อปรับปรุงแก้ไข จากนั้นนำแบบวัดมโนทัศน์ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วให้ผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความเชี่ยวชาญทางวิทยาศาสตร์ และชีววิทยา จำนวน 4 ท่าน ช่วยตรวจสอบความถูกต้องของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้สอดคล้องกับมาตรฐานตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้ ทั้งในส่วนของข้อคำถาม คำตอบ ตัวลวง รวมทั้งการใช้ภาษาที่กระชับ มีความชัดเจน ไม่กำกวม โดยใช้แบบวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (IOC: Index of item objective congruence) เป็นเกณฑ์ในการพิจารณา ซึ่งต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 (Rovinelli & Hambleton, 1976) โดยผลดัชนีความสอดคล้องจากผู้ทรงคุณวุฒิอยู่ระหว่าง 0.5 - 1.00 (ดังภาคผนวก ง) ทั้งนี้ผู้ทรงคุณวุฒิมีข้อเสนอแนะสรุปแสดงดังตารางที่ 3.7

Ref. code: 25635919030063XHM

ตารางที่ 3.7

แสดงข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิ และการปรับปรุงแก้ไขแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

ข้อเสนอแนะ	ข้อ	เดิม	แก้ไข
1. เหตุผลของตัวเลือกตอนที่ 2 ไม่สอด คล้องกับตอนที่ 1	3	ก. การสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นการใช้แสงจึงไม่ต้องใช้น้ำ	ก. พืชไม่ต้องใช้น้ำ แต่ใช้แสงในการสังเคราะห์ด้วยแสง
		ง. น้ำและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช	ง. พืชจำเป็นต้องใช้น้ำ เพราะน้ำเป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
2. ตัวลวงไม่สมเหตุสมผล	13	ง. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เปลี่ยนเป็นพลังงานได้ กลางคืนพืชจึงดูดแก๊สออกซิเจน	ง. กลางคืนพืชไม่ต้องใช้พลังงาน พืชจึงต้องใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในการหายใจ
	6	ค. ในดินมีน้ำหนาแน่นกว่าในอากาศ	ค. ในดินสามารถเก็บน้ำได้ดีกว่าในอากาศ
3. ภาษาไม่กระชับ ขาดความชัดเจน	19	คำถาม: อาหารที่เป็นปัจจัยในการเจริญเติบโตของพืช	คำถาม: อาหารของพืช

7) นำแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงที่ได้ปรับแก้ตามข้อแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ทรงคุณวุฒิไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ได้เป็นกลุ่มตัวอย่าง และผ่านการเรียน เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง จำนวน 45 คน ตรวจให้คะแนน เพื่อหาค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่าย โดยวิเคราะห์เป็นรายข้อ ใช้เทคนิคร้อยละ 27 ของ จุง เตห์ ฟาน (Chung – The Fan) โดยพิจารณาคุณภาพแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.20–0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป (ภาคผนวก ง) และหาความเที่ยงของแบบวัดมโนทัศน์ โดยเลือกใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α) ของครอนบาค (Cronbach, 1970) โดยผลจากการนำแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงไปทดลองใช้พบว่า มีค่าความเชื่อมั่นอยู่ที่ 0.83

8) นำแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงที่ผ่านเกณฑ์แล้วไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย (ภาคผนวก ค)

Ref. code: 25635919030063XHM

3.3.1.2 แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างใช้ศึกษาเจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้ต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

1. ศึกษานิยาม ทฤษฎี และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสัมภาษณ์เจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้ เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งการสัมภาษณ์เป็นการสนทนาอย่างมีจุดมุ่งหมายระหว่างผู้สัมภาษณ์ (Interviewer) กับผู้ให้สัมภาษณ์ (Interviewee) เป็นวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้การสนทนา ซักถามและโต้ตอบ ระหว่างผู้เก็บข้อมูลกับผู้ให้ข้อมูลโดยตรง เพื่อให้ได้ข้อมูลตามวัตถุประสงค์การวิจัย และได้ข้อมูลจากสภาวะแวดล้อมจากการสังเกต ทำให้ได้ความรู้ความจริงเกี่ยวกับพฤติกรรม คุณลักษณะที่ต้องการ และในกรณีที่มีข้อสงสัยหรือมีคำถามใดไม่ชัดเจนก็สามารถถามซ้ำหรือหาความชัดเจนได้ทันที

2. สร้างแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง เพื่อให้มีประเด็นคำถามเป็นกรอบกว้าง ๆ ไม่ให้ออกนอกวัตถุประสงค์ของการสัมภาษณ์ และผู้สัมภาษณ์สามารถถามคำถามอื่นเพื่อให้ได้ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ ทำให้เกิดความต่อเนื่องในการสนทนา ก่อให้เกิดบรรยากาศที่ดูไม่เป็นทางการ ส่งผลให้ผู้ให้สัมภาษณ์เกิดความสบายใจที่จะตอบ โดยวัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ เพื่อศึกษาเจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้ เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนที่เรียนรู้ผ่านรูปแบบการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งองค์ประกอบของเจตคติ แบ่งเป็น 3 ด้าน คือ 1) ด้านความรู้ความเข้าใจ 2) ด้านความรู้สึก 3) ด้านพฤติกรรม ผู้วิจัยจึงใช้คำถามใน 2 องค์ประกอบแรก ส่วนในองค์ประกอบที่ 3 ใช้วิธีการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนแทน (อ้างอิงวิธีการวัดเจตคติจากตารางที่ 2.5) โดยมีร่างคำถามแบ่งได้ 2 มิติ ดังนี้

2.1) มิติด้านคุณค่าและการประเมินค่า รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เปรียบเทียบกับการเรียนรู้แบบเดิม เพื่อให้ผู้วิจัยทราบถึงประโยชน์ การรับรู้คุณค่า รวมทั้งความเชื่อจากผู้เรียน

2.2) มิติด้านความรู้สึก เป็นความพึงพอใจ ความชอบ ความอยากที่จะเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ รวมทั้งเป็นการสำรวจว่าปัจจัยใดเป็นแรงจูงใจที่ทำให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ในรูปแบบนี้

ประเด็นการสัมภาษณ์และตัวอย่างคำถาม แสดงดังตารางที่ 3.8

Ref. code: 25635919030063XHM

ตารางที่ 3.8

แสดงประเด็นในการสัมภาษณ์และตัวอย่างคำถามในแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง หลังจากที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

ประเด็นในการสัมภาษณ์	**ตัวอย่างคำถาม**
มิติด้านคุณค่าและการประเมินค่า	1) นักเรียนคิดว่าการเรียน 2 รูปแบบ คือ แบบใหม่กับแบบเก่าต่างกันอย่างไร (แบบใหม่ คือ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ กับแบบเก่า คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) 2) นักเรียนคิดว่าการเรียนรู้แบบนี้แตกต่างจากแบบเดิมหรือไม่ อย่างไร 3) ขณะที่นักเรียนเรียนรู้ด้วยวิธีคอนสตรัคติวิสต์ มีอะไรเกิดขึ้นบ้าง 4) เมื่อครูให้นักเรียนคิด และเขียนการทดลองด้วยตนเอง นักเรียนทำได้หรือไม่อย่างไร 5) นักเรียนมีอุปสรรคอะไรในการเรียนบ้างหรือไม่ อย่างไร 6) ขณะที่เกิดอุปสรรค นักเรียนทำอย่างไร มีวิธีแก้ปัญหาอย่างไร
มิติด้านความรู้สึก	1) นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ 2) เมื่อเปรียบเทียบการเรียนรู้ทั้งสองแบบ นักเรียนชอบการเรียนรู้แบบใดมากกว่ากัน เพราะเหตุใด 3) เมื่อนักเรียนได้เรียนแบบคอนสตรัคติวิสต์แล้วมีกิจกรรมใดที่ชอบ และไม่ชอบบ้าง 4) กิจกรรมใดที่นักเรียนทำแล้วรู้สึกชอบมากที่สุด 5) ขณะที่ครูเข้าไปช่วย นักเรียนรู้สึกอย่างไรบ้าง

3. สัมภาษณ์และบันทึกผลการสัมภาษณ์

3.1) กำหนดวัตถุประสงค์ว่าจะสัมภาษณ์ ใคร ที่ไหน เมื่อไร และอย่างไรให้ชัดเจน

3.2) เตรียมเครื่องมือในการสัมภาษณ์ เช่น แบบสัมภาษณ์ กล้องถ่ายรูป เทปบันทึกเสียง ปากกา/ดินสอ เป็นต้น

3.3) จดบันทึกข้อมูลในการสัมภาษณ์หลังจากเสร็จสิ้นการสัมภาษณ์ เพื่อป้องกันการลืมสาระสำคัญของการสัมภาษณ์ โดยจดบันทึกข้อมูลเฉพาะเนื้อหาสาระที่สำคัญ

Ref. code: 25635919030063XHM

เท่านั้น โดยไม่ต้องแสดงความคิดเห็นของผู้สัมภาษณ์ประกอบ เพราะอาจจะทำให้ข้อมูลมีอคติ ทำการบันทึกผลโดยใช้ภาษาของผู้ให้สัมภาษณ์ แต่ถ้ายาวมากควรบันทึกเนื้อหาสาระที่ต้องการ และใช้ภาษาที่ชัดเจน ไม่คลุมเครือ ซึ่งข้อความที่บันทึก จะประกอบด้วย

- ชื่อ-นามสกุล และที่อยู่
- วัน-เดือน-ปี ที่สัมภาษณ์
- ผลการสัมภาษณ์/ข้อสังเกตขณะสัมภาษณ์ หรือข้อเสนอแนะของผู้ให้สัมภาษณ์
- สรุปผลการสัมภาษณ์

4. วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพที่ได้จากการสัมภาษณ์ โดยนำมาวิเคราะห์แบบแก่นสาระ (Thematic analysis) ซึ่งแบ่งเป็นขั้นตอนได้ 5 ดังนี้ (ฉวีวรรณ ศรีดาวเรือง, 2562; Braun & Clarke, 2012)

4.1) การจัดระเบียบข้อมูล (Preparing and exploring the data for analysis) คือ ผู้วิจัยต้องดูภาพรวมอย่างละเอียดของข้อมูลทั้งหมดที่รวบรวมมาได้ ก่อนที่เราจะเริ่มวิเคราะห์แต่ละรายการ ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับการถอดเสียง การอ่านข้อความ และการจดบันทึกเบื้องต้น

4.2) การกำหนดรหัสข้อมูล (Coding) เป็นการให้รหัสข้อมูล ซึ่งเป็นการตั้งชื่อคำหรือข้อความที่ได้จากการค้นพบในข้อความ ซึ่งโดยทั่วไปจะกำหนดเป็นวลีหรือประโยค และมีป้ายคำ หรือ รหัส เพื่ออธิบายเนื้อหา

4.3) การให้ความหมาย ตีความของข้อมูล (Themes and categories) การสร้างธีม (Theme) ซึ่งได้จากการรวบรวมตีความหมายจากข้อมูลที่ได้รับ แล้วนำมาเชื่อมโยงเพื่อให้สัมพันธ์กับวัตถุประสงค์ของวิจัย

4.4) การแสดงข้อมูล จัดกลุ่มข้อมูล (Data display) เป็นการจัดกระทำกับข้อมูล โดยหาความสัมพันธ์ของข้อมูล แล้วนำเสนอข้อมูล เช่น สร้างตาราง แผนภูมิ หรือแผนที่ทางความคิด

4.5) การนำเสนอข้อมูล (Representing the data analysis) การนำเสนอข้อค้นพบแยกตามหมวดหมู่ของแก่นสาระ (Themes) และมีการแสดงข้อความสนับสนุนมโนทัศน์ย่อยและหลักโดยใช้ข้อมูลจากคำพูดของกลุ่มตัวอย่างเพื่อเป็นหลักฐานเชิงประจักษ์นำมาเขียนรายงาน

Ref. code: 25635919030063XHM

3.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.3.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (Photosynthesis) โดยมีลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กระทรวงศึกษาธิการ และหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย ตามกลุ่มสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ แนวการสอน เอกสาร หนังสือ หรือตำราที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำความรู้ และประสบการณ์มาใช้เขียนแผนการสอน

2. วิเคราะห์หลักสูตรและคำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เพื่อกำหนดเนื้อหา ทิศทาง วัตถุประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด

3. ศึกษาทฤษฎี แนวคิด และวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

4. ปรับขั้นตอนการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบกลวิธีสี่ขั้นตอนของ ธนธัญ ฝีมือสาร (2559) และ Calik et al. (2010) เป็นฐาน แล้วนำมาปรับให้เหมาะสมกับประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งมี 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Pre-exiting ideas) หมายถึง ขั้นตอนที่ใช้สำรวจความรู้เดิมของนักเรียน ด้วยการใช้คำถาม หรือสถานการณ์กระตุ้นให้นักเรียนระลึกถึงความรู้เดิมที่จะนำมาใช้ในการนำไปต่อยอดเพื่อสร้างความรู้ใหม่

2) ขั้นเน้นมโนทัศน์เป้าหมาย (Focusing on the target concept) หมายถึง ขั้นตอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าข้อมูล ทำการทดลอง แล้วร่วมกันอภิปรายผลในกลุ่มย่อยเพื่อให้นักเรียนได้สำรวจและตรวจสอบความรู้เดิมของตนเอง และครูมีหน้าที่เน้นและให้ความสำคัญกับมโนทัศน์ที่นักเรียนมักเข้าใจผิดเป็นประเด็นที่ช่วยให้นักเรียนได้นำไปอภิปราย

3) ขั้นท้าทายความคิด (Challenging students' ideas) หมายถึง ขั้นตอนที่ครูผู้สอนช่วยตรวจสอบความถูกต้องเกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจของนักเรียน แล้วจึงให้นักเรียนร่วมอภิปรายเป็นกลุ่มใหญ่ เพื่อให้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

4) ขั้นการประยุกต์ความรู้ (Applying newly constructed ideas to similar situation) เป็นขั้นสุดท้ายของการจัดการเรียนรู้ โดยที่ครูให้นักเรียนนำมโนทัศน์ที่เรียนรู้ไปประยุกต์ในสถานการณ์อื่น ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่ศึกษา หรือนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ

Ref. code: 25635919030063XHM

5. การเลือกเนื้อหาการสอน คือ เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง กลุ่มสาระการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นรายวิชาพื้นฐานในหลักสูตรของสถานศึกษา ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยการเลือก เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช เพราะเป็นเรื่องที่นักเรียนทำความเข้าใจได้ยาก ต้องใช้จินตนาการในการอธิบายการเกิดกระบวนการ อีกทั้งการศึกษาจากบทความและข้อมูลการศึกษาวิจัยของผู้วิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ (ปิตุพงษ์ ท่าค้อ, 2558; พัชรมัย นิ่มละออ, 2560; Keleş & Kefeli, 2010) พบว่า นักเรียนมักมีโมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องนี้ผิดพลาดเป็นจำนวนมาก (Alzaghibi, 2010; Çapa, 2000; Driver, Squires, Rushworth, & Wood-Robinson, 2014; Haslam & Treagust, 1987; Tekkaya & Balcı, 2003; S Köse, 2004; Sacit Köse, 2008) ซึ่งผู้เขียนได้นำข้อค้นพบจากการทบทวนวรรณกรรมมาปรับ เพื่อเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ และสร้างใบกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ (IOC) โดยจะส่งให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 4 ท่าน ตรวจสอบ (ภาคผนวก ง)

3.3.2.2 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กระทรวงศึกษาธิการ และหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย ตามกลุ่มสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ แนวการสอน เอกสาร หนังสือ หรือตำราที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำความรู้ และประสบการณ์มาใช้เขียนแผนการสอน

2. วิเคราะห์หลักสูตรและคำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เพื่อกำหนดเนื้อหา ทิศทาง วัตถุประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด

3. การเลือกเนื้อหาการสอน คือ เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง กลุ่มสาระการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นรายวิชาพื้นฐานในหลักสูตรของสถานศึกษา ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยการเลือก เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

4. ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงโดยกลุ่มทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ส่วนกลุ่มควบคุมใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ซึ่งรูปแบบการสอน แต่ละวิธีจะมีลำดับขั้นตอนการสอนแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 3.9

ตารางการเปรียบเทียบขั้นตอนการสอน 2 รูปแบบ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ตามแนวทางของ ธนธัญ ฝีมือสาร (2559) และ Calik, Ayas, and Coll (2010) มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ส่วนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ด้วยวิธีการสืบสอบ (สสวท., 2546) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน

Ref. code: 25635919030063XHM

ตารางที่ 3.9

แสดงการเปรียบเทียบแผนการจัดการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist lesson plan) กับ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

กลุ่มทดลอง **(Constructivist lesson plan)**	**กลุ่มควบคุม** **(The 5E's of inquiry-based learning)**
1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนได้สำรวจความรู้เดิมของตนเองโดยครูใช้คำถามหรือสถานการณ์เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนได้ระลึกถึงความรู้เดิม ที่จะนำไปใช้ในการต่อยอดสร้างความรู้ใหม่ **2. ขั้นเน้นมโนทัศน์เป้าหมาย** เป็นขั้นตอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลทำการทดลองและร่วมกันอภิปรายกลุ่มย่อย เพื่อให้นักเรียนได้สำรวจตรวจสอบความรู้ของตนเอง และเพื่อนในกลุ่ม ส่วนครูมีหน้าที่เน้นและให้ความสำคัญกับมโนทัศน์ที่นักเรียนมักเข้าใจผิดเป็นประเด็นที่ช่วยให้นักเรียนนำไปค้นหาคำตอบ และร่วมกันอภิปราย โดยนักเรียนเป็นผู้ค้นหาวิธีการหาคำตอบด้วยตนเอง กิจกรรมที่นักเรียนต้องทำคือ วางแผนการทดลอง โดยมีการกำหนดแบบแผน ขั้นตอนการทดลองให้นักเรียนได้แก่ 1) กำหนดปัญหา 2) ตั้งสมมติฐาน 3) กำหนดตัวแปร - ตัวแปรต้น - ตัวแปรตาม - ตัวแปรควบคุม	**1. ขั้นสร้างความสนใจ** เป็นการนำเข้าสู่บทเรียน โดยการเตรียมตัวนักเรียนด้วยการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและพร้อมที่จะเรียนโดยการเลือกใช้กิจกรรมต่าง ๆ เช่น การสนทนาซักถาม ทบทวนบทเรียนที่ผ่านมา อธิบายมโนทัศน์ ให้คำจำกัดความและคำตอบ โดยใช้วิธีการบรรยาย **2. ขั้นสำรวจและค้นหา** เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนวางแผนให้ผู้เรียนทำการศึกษาค้นคว้า เพื่อตอบคำถามของสิ่งที่สนใจจากขั้นแรก เป็นการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนด้วยวิธีการต่าง ๆ โดยครูใช้วิธีบรรยาย หรือให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาในบทเรียน เนื้อหาเสริมจากใบความรู้ ดูวีดีโอ หรือให้นักเรียนทำการทดลองตามที่ครูกำหนดให้ ใช้วิธีการบอกนักเรียนเมื่อนักเรียนทำผิด นำพานักเรียนให้แก้ปัญหาไปทีละขั้นตอน **3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป** เป็นการสรุปเนื้อหาสาระและความคิดรวบยอดที่ได้รับจากการทำกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้กิจกรรมการสรุปในลักษณะต่าง ๆ

Ref. code: 25635919030063XHM

ตารางที่ 3.9

เปรียบเทียบแผนการจัดการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist lesson plan) กับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) (ต่อ)

กลุ่มทดลอง (Constructivist lesson plan)	**กลุ่มควบคุม (The 5E's of inquiry-based learning)**
4) สร้างตารางบันทึกผล 5) สรุปและอภิปรายผลการทดลอง และถ้าหากนักเรียนติดขัดไม่สามารถดำเนินการเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ได้ครูจะเป็นผู้ช่วยชี้แนะ ด้วยการสร้างสถานการณ์ ตั้งคำถาม หาภาพ หรือกิจกรรมใด ๆ เพื่อทำให้นักเรียนเชื่อมโยงและทำงานต่อไปได้ **3. ขั้นท้าทายความคิด** เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการศึกษาหรือผลการทดลอง รวมทั้งการสรุปและอภิปรายจากกลุ่มย่อยเพื่อนำมาเสนอและอภิปรายในกลุ่มใหญ่โดยมีครูเป็นผู้ช่วยตั้งคำถามหรือกระตุ้นให้การอภิปรายนำไปสู่การสร้างความรู้ความเข้าใจจากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง **4. ขั้นการประยุกต์ความรู้** เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำมโนทัศน์ที่เรียนรู้ไปประยุกต์ในสถานการณ์อื่น ๆ	เช่น การรายงานผลการทดลอง การสังเกต การตอบคำถาม หรือแบบฝึกหัดตามในหนังสือหรือในแบบคู่มือกำหนดมาให้ **4. ขั้นขยายความรู้** เป็นการนำความรู้ที่ได้จากการทำการสำรวจค้นคว้ามาแล้ว มาเชื่อมโยงกับเหตุการณ์หรือสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่ครูกำหนดให้ ครูช่วยหาคำตอบ บอกนักเรียนเมื่อนักเรียนทำผิด ใช้วิธีบรรยาย หรืออธิบายวิธีการทำงานเพื่อแก้ปัญหา และนำพานักเรียนให้แก้ปัญหาไปทีละขั้นตอน **5. ขั้นประเมิน** เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด โดยการทำใบกิจกรรม แบบฝึกหัดในหนังสือ หรือแบบทดสอบประจำหน่วยการเรียนรู้ เน้นทดสอบความรู้ ความจำเป็นสำคัญ นอกจากนั้นครูผู้สอนยังช่วยแนะนำมโนทัศน์ หรือแนวคิดใหม่ โดยไม่ได้ให้ผู้เรียนคิดด้วยตนเอง

Ref. code: 25635919030063XHM

6. นำแผนจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ และให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนในแต่ละขั้นตอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ จากนั้นผู้วิจัยนำไปปรับปรุงแก้ไข

7. ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับคำแนะนำและปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 4 ท่าน (รายนามดังภาคผนวก ก) ที่มีความเชี่ยวชาญในด้านการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ทั้งในระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษา และในระดับมหาวิทยาลัย ตรวจพิจารณาในด้านความตรงตามมาตรฐานการเรียนรู้ ว 1.2 และตัวชี้วัด ป.4/1 ตามสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ทั้งนี้ผู้ทรงคุณวุฒิ ได้มีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสรุปได้ดังนี้

จากตารางที่ 3.10 นำเสนอการปรับแก้แผนการจัดการเรียนรู้ 2 รูปแบบ คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ และแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ซึ่งแต่ละรูปแบบการสอน ประกอบด้วยแผนการสอนจำนวน 3 แผน และใบกิจกรรมที่มีขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน แต่จะใช้ใบความรู้เหมือนกัน ดังนั้น ในตารางจะแสดงแหล่งของข้อมูลที่ถูกปรับแก้ ส่วนข้อความที่ถูกขีดเส้นใต้จะแสดงถึง ข้อความที่ถูกปรับปรุงแก้ไข

ตารางที่ 3.10

แสดงข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิ และการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ แผนการจัดแบบทั่วไป รวมทั้งใบความรู้ และ ใบกิจกรรม

ข้อเสนอแนะ	เดิม	แก้ไข	แหล่งแก้ไข
ปรับความหมายของคำให้ถูกต้อง ชัดเจน มีความสมบูรณ์และเหมาะกับวัยของผู้เรียนมากขึ้น	<u>เยื่อบาง ๆ</u>	<u>เยื่อเลือกผ่าน</u>	ใบความรู้ที่ 1
	นักเรียนคิดว่าใบหายใจ<u>ได้อย่างไร</u>	นักเรียนคิดว่าใบหายใจ <u>ได้บริเวณใด</u>	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ของ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด คอนสตรัคติวิสต์
	คลอโรฟิลล์เป็นสารสีเขียวพบได้ส่วนใหญ่ใน<u>ใบพืช</u>	คลอโรฟิลล์เป็นสารสีเขียวพบได้ส่วนใหญ่ใน <u>บริเวณของพืชที่มีสีเขียว</u>	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ของ - แผนการจัดการเรียนรู้

Ref. code: 25635919030063XHM

ตารางที่ 3.10

แสดงข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิ และการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ แผนการจัดแบบทั่วไป รวมทั้งใบความรู้ และ ใบกิจกรรม (ต่อ)

ข้อเสนอแนะ	เดิม	แก้ไข	แหล่งแก้ไข
	พืชดูดน้ำเข้ามาทางราก	พืชดูดน้ำด้วยวิธีการออสโมซิสเข้ามาทางราก	ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ - แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)
	พืชสังเคราะห์ด้วยแสงดีขึ้น เมื่อความเข้มของแสงมากขึ้น	พืชแต่ละชนิดต้องการปริมาณแสงเพื่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงที่แตกต่างกัน	ใบความรู้ที่ 1
	การทำงานของ เอนไซม์ผิดปกติ	การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชลดลง	ใบความรู้ที่ 1
	ผลิตภัณฑ์	แป้ง ทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีน (สีน้ำตาล) ได้สีม่วง	
	ปัจจัย	คลอโรฟิลล์	ใบกิจกรรมที่ 1 ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)
	จุลธาตุ	แร่ธาตุเสริม	ใบความรู้ที่ 3
ตัดข้อความที่ไม่ถูกต้อง หรือกำกวมออก	ปริมาณของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศสูงต่อเนื่องกันหลายวันพืชจะชะงักการเจริญ เติบโต	(ตัดข้อความออก เนื่องจาก) ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มากพืชจะสังเคราะห์ด้วยแสงมากขึ้น	ใบความรู้ที่ 1
เพิ่มคำ หรือข้อความ	การขาดน้ำทำให้ปากใบปิด	การขาดน้ำทำให้ปากใบปิดเพื่อลดการคายน้ำ	ใบความรู้ที่ 1
		รูปที่ 1 ตัดตามขวาง	ใบกิจกรรมที่ 5 ของ

Ref. code: 25635919030063XHM

ตารางที่ 3.10

แสดงข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิ และการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ แผนการจัดแบบทั่วไป รวมทั้งใบความรู้ และ ใบกิจกรรม (ต่อ)

ข้อเสนอแนะ	เดิม	แก้ไข	แหล่งแก้ไข
เพื่อให้ความหมายถูกต้อง ชัดเจนมากขึ้น	ภาพการตัดลำต้นเทียนตามแนวยาวและแนวขวาง	รูปที่ 2 ตัดตามยาว	แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

3.4 การดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ดำเนินการทดลองสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้พัฒนาขึ้นและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ตามขั้นตอนดังนี้

3.4.1 ขั้นเตรียมนักเรียนก่อนดำเนินการสอน

ปฐมนิเทศก่อนการเรียนการสอน โดยแจ้งเนื้อหา รูปแบบการจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนทราบ หลังจากนั้นให้นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทำแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง จำนวน 20 ข้อ (ภาคผนวก ค) โดยใช้เวลา 30 นาที

3.4.2 ขั้นดำเนินการทดลอง

ดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มทดลองโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์และดำเนินการสอนกลุ่มควบคุมโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนการสอนแบบทั่วไป โดยในการสอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมใช้จำนวนแผนการจัดการเรียนรู้รายคาบ 3 แผนการเรียนรู้ โดยใช้ระยะเวลาสอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเท่ากัน 7 คาบเรียน มีรายละเอียด ดังนี้

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ใช้เวลา 7 คาบตามตารางเรียน คาบละ 50 นาที โดยมีช่วงเวลาในการทดลองเป็นเวลา 3 สัปดาห์ ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 2 รูปแบบ มีขั้นตอนการสอน และกิจกรรมการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน แต่ผู้วิจัยใช้ชื่อของเรื่องในแผนการสอนเหมือนกันจำนวน 2 แผน คือ แผนการเรียนรู้ที่ 1 และ 2 เนื่องจากกิจกรรมที่ใช้มีความสอดคล้องกับชื่อเรื่องในแบบเดียวกัน ส่วนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ผู้วิจัยใช้ชื่อ

Ref. code: 25635919030063XHM

แตกต่างกัน เนื่องจากกิจกรรมของแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 2 รูปแบบ มีความแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 3.11

ตารางที่ 3.11

แสดงลำดับการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน 2 กลุ่ม คือ นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) จำนวน 7 คาบ

คาบเรียนที่	**กิจกรรมการเรียนรู้**	
	กลุ่มทดลอง	**กลุ่มควบคุม**
1	ทำแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง	
2 - 3	<u>แผนการจัดเรียนรู้ที่ 1</u> เรื่อง ปัจจัยสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง	<u>แผนการจัดเรียนรู้ที่ 1</u> เรื่อง ปัจจัยสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
4 - 5	<u>แผนการจัดเรียนรู้ที่ 2</u> เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงกับการหายใจของพืช	<u>แผนการจัดเรียนรู้ที่ 2</u> เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงกับการหายใจของพืช
6	<u>แผนการจัดเรียนรู้ที่ 3</u> เรื่อง แร่ธาตุของพืช	<u>แผนการจัดเรียนรู้ที่ 3</u> เรื่อง แร่ธาตุของพืช
7	ทำแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง	

3.4.3 ขั้นดำเนินการหลังการทดลอง

1) เมื่อดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ครบทุกแผนแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง หลังเรียนทั้งนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยมีลำดับและเวลาที่ใช้เท่ากับก่อนการทดลอง

2) ผู้วิจัยสัมภาษณ์นักเรียนในกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ด้วยแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างทั้งแบบรายบุคคล และแบบกลุ่ม

Ref. code: 25635919030063XHM

3) ผลคะแนนผลการทดสอบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ก่อนเรียนและหลังเรียนของทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

4) นำข้อมูลจากการสัมภาษณ์ ไปถอดเทปแบบคำต่อคำ แล้วนำไปวิเคราะห์ข้อมูลตามแบบการวิเคราะห์แก่นสาระ

การดำเนินการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมสามารถลำดับเป็นขั้นตอน ได้แสดงในตารางที่ 3.12

ตารางที่ 3.12

แสดงขั้นตอนการดำเนินการทดลองเปรียบเทียบระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

กิจกรรม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
▪ ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผนการสอน	แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์	แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)
▪ นักเรียนทำแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	ปฏิบัติ	ปฏิบัติ
▪ ประเมินผลจากแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	ปฏิบัติ	ปฏิบัติ
▪ สัมภาษณ์นักเรียนด้วยแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง	ปฏิบัติ	-
▪ ถอดเทป และ วิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์	ปฏิบัติ	-

Ref. code: 25635919030063XHM

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงที่นำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้วิธีการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ และกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยใช้วิธีการสอนแบบทั่วไป คำนวณโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ส่วนเจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้ ใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์แก่นสาระ ซึ่งมีรายละเอียดการวิเคราะห์ ดังนี้

1. เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงที่เรียนรู้ผ่านรูปแบบการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้สถิติทดสอบที (t-test dependent) กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ระหว่างกลุ่มนักเรียนที่เรียนรู้ผ่านรูปแบบการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์กับกลุ่มนักเรียนที่เรียนรู้ผ่านการสอนแบบทั่วไป โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (Two-way ANOVA) กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. เจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้ เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนที่เรียนรู้ผ่านรูปแบบการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง และวิเคราะห์ข้อมูลตามแบบการวิเคราะห์แก่นสาระ (Thematic analysis) ซึ่งผู้วิจัยประยุกต์มาจากแนวคิดการวิเคราะห์เชิงคุณภาพของ Braun and Clarks (2006), Creswell and Plano Clark (2007) และ Miles and Huberman (1994) ซึ่งมีขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลที่คล้ายคลึงกัน 5 ขั้นตอน คือ 1) การจัดระเบียบข้อมูล 2) กำหนดรหัสข้อมูล 3) การให้ความหมายตีความของข้อมูล 4) การแสดงข้อมูล จัดกลุ่มข้อมูล 5) การนำเสนอข้อมูล

Ref. code: 25635919030063XHM

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้ เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา ได้กำหนดคำถามการวิจัยไว้ 3 ข้อ ดังนี้

1. ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist learning approach) จะมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นหรือไม่

2. ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist learning approach) จะมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นมากกว่าการเรียนทั่วไป (The 5E's of inquiry-based learning) หรือไม่

3. ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงจะมีเจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้ (Constructivist learning approach) อย่างไร

4.1 ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยเลือกใช้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร โดยโรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัยเป็นโรงเรียนชายล้วน มีการจัดการเรียนการสอนทั้งในระดับประถมศึกษา และมัธยมศึกษา เนื้อหาที่ผู้วิจัยเลือกใช้อยู่ในระดับประถมศึกษาปีที่ 4 และได้คัดเลือกนักเรียนเบื้องต้นจากผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในปีการศึกษา 2561 ทำให้ได้นักเรียนที่มีความรู้ความเข้าใจด้านวิทยาศาสตร์ที่มีความใกล้เคียงกันจำนวน 2 ห้องเรียน ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/2 เป็นกลุ่มทดลอง ซึ่งจะได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist learning approach) และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/4 เป็นกลุ่มควบคุม ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) (The 5E's of inquiry-based learning)

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ทดสอบองค์ความรู้ของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม ทั้งก่อนและหลังการเรียนรู้โดยใช้แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยมีจำนวนทั้งหมด 20 ข้อ (20 คะแนนเต็ม) โดยสามารถแบ่งเป็น 3 ตอนตามมโนทัศน์ที่ต้องการให้เกิดกับนักเรียน ดังนี้ 1) วัตถุดิบกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช จำนวน 6 ข้อ 2) กระบวนการสังเคราะห์

Ref. code: 25635919030063XHM

ด้วยแสงกับกระบวนการหายใจของพืช จำนวน 8 ข้อ 3) อาหารของพืช จำนวน 6 ข้อ ตามลำดับ (ภาคผนวก ค) ผลจากทดสอบแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1

แสดงการเปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์ที่ถูกต้องก่อนเรียน โดยใช้แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่ม	จำนวนนักเรียน (คน)	ตอนที่ 1		ตอนที่ 2		ตอนที่ 3		คะแนนรวม	
		ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่าเฉลี่ย	S.D.
กลุ่มทดลอง	50	1.74	1.26	3.96	1.64	0.60	0.81	6.46	2.58
กลุ่มควบคุม	50	1.64	1.36	2.60	1.60	0.92	0.85	5.16	2.75

จากตารางที่ 4.1 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง สูงกว่ากลุ่มควบคุมในภาพรวม และในส่วนของคะแนนแบบแบ่งตอน คือ ตอนที่ 1 และ 2 โดยตอนที่ 1 เรื่องวัตถุดิบกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ย 1.74 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.26) ส่วนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ย 1.64 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.36) ตอนที่ 2 กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงกับกระบวนการหายใจของพืช กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ย 3.96 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.64) แต่ในส่วนของตอนที่ 3 นักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม คือ กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ย 0.60 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.81) กลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ย 0.92 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.85) ดังนั้น จะเห็นได้ว่ากลุ่มทดลองมีองค์ความรู้ เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงสูงกว่ากลุ่มควบคุมถึง 2 ใน 3 ตอน และในคะแนนเฉลี่ยรวม มีเพียงตอนที่ 3 เท่านั้นที่นักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุม ทำให้การวิเคราะห์ผลเพื่อตอบคำถามการวิจัยในข้อที่สองจำเป็นต้องพิจารณาความแตกต่างนี้ร่วมด้วย

สิ่งหนึ่งที่น่าสังเกตในการทำแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน คือ การมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งผลจากการวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ได้แสดงให้เห็นถึงการมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (นักเรียนตอบผิด 1 ส่วนจาก 2 ส่วนย่อยของแบบวัดมโนทัศน์) ดังแสดงในตารางที่ 4.2 และได้ทำการ

Ref. code: 25635919030063XHM

วิเคราะห์เพิ่มเติมเพื่อบ่งชี้มโนทัศน์ที่นักเรียนกว่าร้อยละ 50 ของห้องเรียนมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน (Misconception) (โดยไม่นับจำนวนนักเรียนที่ไม่มีมโนทัศน์) ดังแสดงในตารางที่ 4.3 และ 4.4

ตารางที่ 4.2

แสดงจำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนจากการทำแบบวัดมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ก่อนเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ข้อ / กลุ่ม	**ตอนที่ 1**						**ตอนที่ 2**								**ตอนที่ 3**					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ทดลอง	24	14	15	29	11	7	22	6	5	10	8	21	6	10	18	34	3	28	11	15
ควบคุม	23	21	20	22	22	28	31	11	12	11	10	18	16	16	18	27	16	22	19	17

จากตารางที่ 4.2 พบว่า แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์บ่งชี้ว่านักเรียนส่วนใหญ่ในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนกว่าร้อยละ 50 ของแต่ละตอน (โดยไม่นับจำนวนนักเรียนที่ตอบแบบวัดมโนทัศน์ผิดทั้ง 2 ส่วน) ซึ่งผู้วิจัยได้สำรวจข้อคำถามที่นักเรียนมักตอบผิดจากการทำแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ดังแสดงในตารางที่ 4.3 และ 4.4

ตารางที่ 4.3

แสดงข้อที่นักเรียนมักจะตอบคำถามผิดจากแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ในกลุ่มทดลอง

ตอนที่	**หัวข้อ**	**ข้อที่**
1	วัตถุดิบกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช	1, 2, 4
2	กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงกับกระบวนการหายใจของพืช	7, 12
3	อาหารของพืช	15, 16, 18, 19, 20

Ref. code: 25635919030063XHM

ตารางที่ 4.4

แสดงข้อที่นักเรียนมักจะตอบคำถามผิดจากแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ในกลุ่มควบคุม

ตอนที่	หัวข้อ	ข้อที่
1	วัตถุดิบกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช	6
2	กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงกับกระบวนการหายใจของพืช	-
3	อาหารของพืช	15, 16, 18, 19, 20

จากข้อมูลในตารางที่ 4.3 และตารางที่ 4.4 แสดงการจัดลำดับความเข้าใจคลาดเคลื่อนของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย โดยพบว่า ประเด็นที่นักเรียนมักมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนมากที่สุดคือ ตอนที่ 3 เรื่องอาหารของพืช รองลงมา คือ ตอนที่ 1 เรื่องวัตถุดิบกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และตอนที่ 2 เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงกับกระบวนการหายใจของพืช และถ้าเรียงลำดับคำถามในแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงที่นักเรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนมากที่สุดในแต่ละตอน แสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5

แสดงข้อคำถามและจำนวนนักเรียนที่มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน ทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในแต่ละตอน

ตอนที่	ข้อ	คำถาม	จำนวนนักเรียน (คน)	
			กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
1	4	ทะเลทราย จัดเป็นดินแดนแห้งแล้ง นักเรียนคิดว่าพืชในทะเลทรายสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้ใช่หรือไม่	29	-
	6	กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ต้องใช้น้ำที่ดูดเข้ามาทางรากใช่หรือไม่	-	28
2	7	กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชเป็นกระบวนการหายใจของพืชใช่หรือไม่	22	31
3	16	รากพืชดูดน้ำผ่านขนราก เพื่อนำไปใช้ในการสร้างอาหารใช่หรือไม่	34	27

Ref. code: 25635919030063XHM

หลังจากที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านรูปแบบการจัดการเรียนรู้ทั้ง 2 แบบ คือ นักเรียนกลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ และ นักเรียนกลุ่มควบคุมได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) แล้ว พบว่า การจัดกาเรียนรู้ทั้ง 2 รูปแบบ ช่วยทำให้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนลดลง แสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6

แสดงจำนวนนักเรียนที่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ข้อ / กลุ่ม		ตอนที่ 1						ตอนที่ 2								ตอนที่ 3					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ก่อน	ทดลอง	24	14	15	29	11	7	22	6	5	10	8	21	6	10	18	34	3	28	11	15
	ควบคุม	23	21	20	22	22	28	31	11	12	11	10	18	16	16	18	27	16	22	19	17
หลัง	ทดลอง	11	6	2	19	2	2	16	5	2	4	1	18	4	11	20	19	1	23	9	13
	ควบคุม	13	14	7	26	11	14	19	6	4	8	6	19	17	15	25	23	10	21	16	17

จากตารางที่ 4.6 แสดงให้เห็นว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ช่วยแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนได้ทั้ง 2 รูปแบบ ซึ่งการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ช่วยให้ผู้เรียนมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนลดจำนวนลงเกือบทั้งหมด ยกเว้น ข้อ 14 และ 15 ส่วนการจัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ช่วยให้ผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนลดลง น้อยกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์ โดยข้อที่นักเรียนมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนเพิ่มขึ้น ในข้อ 4, 12, 13 และ 15 ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มที่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนเพิ่มขึ้นในแต่ละข้อแสดงในตารางที่ 4.7

Ref. code: 25635919030063XHM

ตารางที่ 4.7

แสดงข้อคำถามและจำนวนนักเรียนที่มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนเพิ่มขึ้นในนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่ม	ข้อ	คำถาม	จำนวนนักเรียน (คน)
ทดลอง	14	การหายใจของพืช คือ กระบวนการผลิตแก๊สออกซิเจนใช่หรือไม่	1
	15	รากมีหน้าที่ดูดน้ำและอาหารให้พืชใช่หรือไม่	2
ควบคุม	4	ทะเลทราย จัดเป็นดินแดนแห้งแล้ง นักเรียนคิดว่าพืชในทะเลทรายสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้ใช่หรือไม่	4
	12	เวลาเที่ยงวันใบไม้ของพืชจะทำหน้าที่หายใจใช่หรือไม่	1
	13	พืชใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในการหายใจ ใช่หรือไม่	1
	15	รากมีหน้าที่ดูดน้ำและอาหารให้พืชใช่หรือไม่	7

ตารางที่ 4.7 แสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์มีจำนวนข้อ และจำนวนนักเรียนที่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนเพิ่มขึ้นนั้น มีจำนวนน้อยกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ดังนั้น จากข้อมูลนี้สามารถกล่าวเป็นนัยได้ว่า ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์มีการเปลี่ยนแปลงจากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไปเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้องสูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

4.2 วิเคราะห์ข้อมูลจำแนกตามคำถามการวิจัย

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียน พิจารณาจากผลการวัดโดยใช้แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 20 ข้อ คิดเป็น 20 คะแนน มีลักษณะเป็นแบบวัดแบบปรนัยแบบ 2 ตอน ตามแนวทางของ Haslam and Treagust (1987), Gurel et al. (2015) และ วันเพ็ญ คำเทศ (2560) ซึ่งรูปแบบของแบบวัด ตอนที่ 1 มีลักษณะเป็นข้อคำถามเชิงความคิด แบบเลือกตอบ 2 ตัวเลือก คือ “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ตอนที่ 2 เป็นการอธิบายเหตุผลที่สนับสนุนคำตอบในตอนที่ 1 ซึ่งเนื้อหาในแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง แบ่งเป็น 3 ตอน (ภาคผนวก ค) ดังแสดงในตารางที่ 4.8

Ref. code: 25635919030063XHM

ตารางที่ 4.8

แสดงเนื้อหาของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และมโนทัศน์ที่ถูกต้องที่อยากให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน

มโนทัศน์ที่ต้องการวัด	มโนทัศน์ที่ถูกต้อง
1. วัตถุดิบกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช	● กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช คือ กระบวนการสร้างอาหารของพืชที่ต้องใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกดูดเข้ามาทางปากใบกับน้ำที่พืชดูดขึ้นมาทางรากเป็นวัตถุดิบ และมีคลอโรฟิลล์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานเคมี ได้น้ำตาล ซึ่งเป็นอาหารของพืช โดยพืชมักเก็บสะสมไว้ในรูปของแป้ง
2. กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงกับกระบวนการหายใจของพืช	● กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เป็นกระบวนการสร้างอาหารของพืช เกิดในเวลาที่มีแสง ได้น้ำตาลเป็นผลิตภัณฑ์ และพืชจะปล่อยแก๊สออกซิเจน และ ไอน้ำออกมา ● กระบวนการหายใจของพืช เป็นกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊สของพืช เกิดขึ้นตลอดเวลา โดยพืชใช้แก๊สออกซิเจนที่ได้จากการหายใจไปใช้สลายอาหาร คือ น้ำตาลกลูโคสไปเป็นพลังงาน และจะปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กับไอน้ำออกมา
3. อาหารของพืช	● อาหารของพืช คือ น้ำตาลกลูโคส เป็น สารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต โดยพืชดูดน้ำเข้ามาทางราก แล้วเกิดปฏิกิริยาเคมีกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เข้ามาทางปากใบ ● แร่ธาตุของพืช แบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่ แร่ธาตุหลัก แร่ธาตุรอง และ แร่ธาตุเสริม แร่ธาตุเหล่านี้มีส่วนช่วยส่งเสริมให้ระบบต่าง ๆ ของพืชทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากนั้น ผู้วิจัยได้นำแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ไปทำการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนกับนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์ตามคำถามวิจัย ดังนี้

Ref. code: 25635919030063XHM

คำถามการวิจัยที่ 1 : ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist learning approach) จะมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นหรือไม่

ผู้วิจัยใช้คะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนมาวิเคราะห์โดยใช้กระบวนการทางสถิติ t-test โดยเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ จำนวน 50 คน ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9

แสดงการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนรู้ผ่านรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ก่อนเรียนและหลังเรียน

คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน		**คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน**		**t**	**p-value**
ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่าเฉลี่ย	S.D.		
6.46	2.58	12.58	2.41	2.43	.017

จากตารางที่ 4.9 เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนรู้ผ่านรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ กับนักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนรู้ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ภายใต้สมมติฐานดังนี้

H_0 หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน คือ การจัดการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์กับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) **ไม่มีผล** ต่อมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

H_1 หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน คือ การจัดการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์กับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) **มีผล** ต่อมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

การทดลอง พบว่า ก่อนการทดลอง นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง 6.46 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.58 ภายหลังได้รับการเรียนรู้ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ แล้วนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง 12.58 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.41 ซึ่งผลการทดสอบปรากฏว่าค่า p-value มีค่า .017 ซึ่งน้อยกว่า .05 ดังนั้น จึง ปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1 ที่ระดับนัยสำคัญ .05 แสดงว่านักเรียนได้เรียนรู้ผ่านรูปแบบ

Ref. code: 25635919030063XHM

การจัดการเรียนรู้ โดยใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แล้วนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาการเพิ่มขึ้นของมโนทัศน์เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ จำนวน 50 คน ดังแสดงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10

แสดงการเปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์ที่ถูกต้องก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

ช่วงเวลาที่วัด	**จำนวนนักเรียน (คน)**	**ตอนที่ 1**		**ตอนที่ 2**		**ตอนที่ 3**		**คะแนนรวม**	
		ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่าเฉลี่ย	S.D.
ก่อนเรียน	50	1.74	1.26	3.96	1.64	0.60	0.81	6.46	2.58
หลังเรียน	50	4.72	1.13	4.78	1.40	3.08	1.48	12.58	2.41

จากตารางที่ 4.10 พบว่า ก่อนการทดลอง ตอนที่ 1 เรื่องวัตถุดิบกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ย 1.74 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.26) ตอนที่ 2 กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงกับกระบวนการหายใจของพืช กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ย 3.96 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.64) และตอนที่ 3 กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ย 0.60 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.81) และหลังการทดลอง ตอนที่ 1 เรื่องวัตถุดิบกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ย 4.72 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.13) ตอนที่ 2 กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงกับกระบวนการหายใจของพืช กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ย 4.78 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.40) และตอนที่ 3 กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ย 3.08 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.48) แสดงว่าตอนที่ 1, 2 และ 3 นักเรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงที่ถูกต้องเพิ่มขึ้นทุกตอน

เมื่อนำมาคิดคะแนนเป็นร้อยละ บนพื้นฐานของการพัฒนาของนักเรียนแต่ละคน ซึ่งถ้านักเรียนได้คะแนนจากการทดสอบมากขึ้น แสดงว่านักเรียนได้พัฒนาตนเองจากการมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องเพิ่มขึ้น แต่ถ้าหากนักเรียนมีคะแนนมโนทัศน์ที่ถูกต้องเท่าเดิมหรือน้อยกว่าเดิม แสดงว่านักเรียนไม่ได้พัฒนาตนเอง ดังแสดงในตารางที่ 4.11

Ref. code: 25635919030063XHM

ตารางที่ 4.11

แสดงพัฒนาการของนักเรียนกลุ่มทดลองที่พัฒนาตนเองจากการมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (Misconception) เป็นมีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง (Conception)

ตอนที่	จำนวนนักเรียนที่พัฒนา (คน)	ค่าร้อยละ
1	43	86
2	36	72
3	47	94

จากตารางที่ 4.11 พบว่า นักเรียนได้พัฒนาตนเองจากการมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (Misconception) เป็นมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องเพิ่มขึ้นทั้ง 3 ตอน โดยในตอนที่ 3 เรื่องอาหารของพืชนั้นมีจำนวนนักเรียนที่มีพัฒนาการมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 94 รองลงมาคือ ตอนที่ 1 วัตถุดิบกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช มีจำนวนนักเรียนที่มีพัฒนาการเพิ่มขึ้นร้อยละ 86 และตอนที่ 2 กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงกับกระบวนการหายใจของพืช มีจำนวนนักเรียนที่มีพัฒนาการเพิ่มขึ้นร้อยละ 72 ซึ่งสอดคล้องกับตารางที่ 4.10

คำถามการวิจัยที่ 2 : ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist learning approach) จะมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นมากกว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) (The 5E's of Inquiry-based learning) หรือไม่

เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ผู้วิจัยใช้คะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 2 กลุ่ม ทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้มาทดสอบความแปรปรวนโดยใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทาง (Analysis of variance: Two-way ANOVA) ดังที่แสดงในตารางที่ 4.12 – 4.14 และภาพที่ 4.1

Ref. code: 25635919030063XHM

ตารางที่ 4.12

แสดงความแปรปรวนของคะแนนการมีมโนทัศน์ถูกต้องก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนรู้ผ่านรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนรู้ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) จำนวนนักเรียนกลุ่มละ 50 คน

แหล่งความแปรปรวน	SS (Sum of Squares)	df	MS (Mean Square)	F	p-value	Partial Eta Squared
ก่อนหลัง	1295.41	1	1295.41	216.62	<.001	.689
ก่อนหลัง*กลุ่ม	53.05	1	53.05	8.870	.004	.083
ความคลาดเคลื่อนในบุคคล	586.05	98	5.95			
กลุ่ม	271.45	1	271.45	30.44	<.001	.237
ความคลาดเคลื่อนระหว่างบุคคล	873.85	98	8.917			

ตารางที่ 4.13

แสดงการเปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ที่ถูกต้องของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนรู้ผ่านรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนรู้ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน) จำนวนนักเรียนกลุ่มละ 50 คน

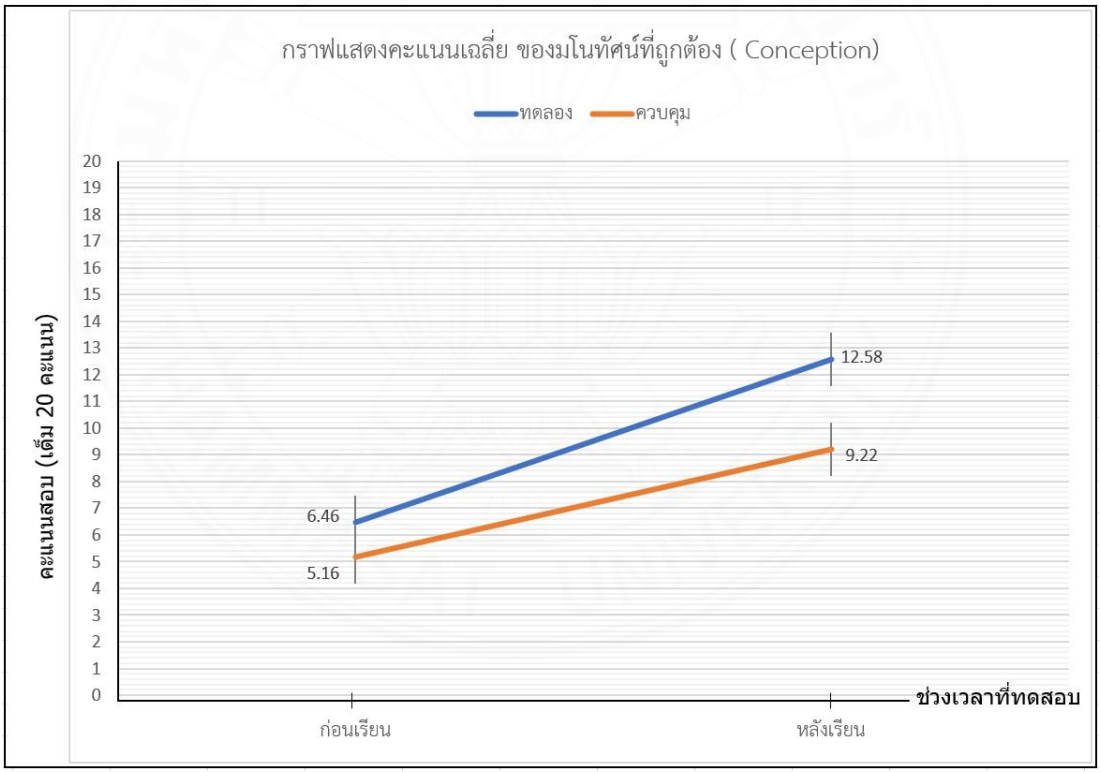
กลุ่ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		F	p-value	Partial Eta Squared
	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่าเฉลี่ย	S.D.			
กลุ่มทดลอง	6.46	2.58	12.58	2.41	36.26	<.001	.270
กลุ่มควบคุม	5.16	2.75	9.22	3.12	5.94	.017	.057

Ref. code: 25635919030063XHM

ตารางที่ 4.14

แสดงการเปรียบเทียบผลต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนรู้ผ่านรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนรู้ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) จำนวนนักเรียนกลุ่มละ 50 คน

กลุ่ม	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		F	p-value	Partial Eta Squared
	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ค่าเฉลี่ย	S.D.			
ก่อนเรียน	6.46	2.58	5.16	2.75	68.91	<.001	.413
หลังเรียน	12.58	2.41	9.22	3.12	156.58	<.001	.615



ภาพที่ 4.1 แสดงคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ (Conception) เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) จำนวนนักเรียนกลุ่มละ 50 คน

Ref. code: 25635919030063XHM

จากตารางที่ 4.12 และภาพที่ 4.1 เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนรู้ผ่านรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ กับนักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนรู้ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ภายใต้สมมติฐานดังนี้

H_0 หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน คือ การจัดการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์กับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) **ไม่มีผล** ต่อมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

H_1 หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน คือ การจัดการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์กับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) **มีผล** ต่อมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

การทดลอง พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนก่อนเรียนเฉลี่ย 6.46 คะแนน (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.58) ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนก่อนเรียนเฉลี่ย 5.16 คะแนน (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.75) และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง คือ 12.58 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.41) ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 9.22 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.12) ซึ่งผลการทดสอบของนักเรียนกลุ่มทดลองปรากฏว่าค่า p-value มีค่า .017 ซึ่งน้อยกว่า .05 และ ผลการทดสอบของนักเรียนกลุ่มควบคุมปรากฏค่า p-value มีค่า <.001 ซึ่งน้อยกว่า .05 ดังนั้น จึงปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1 แสดงว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ มีคะแนนเฉลี่ยของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเมื่อพิจารณาจากภาพที่ 4.1 ซึ่งเป็นการระบุตำแหน่งคะแนนทั้งก่อนและหลังการเรียนรู้ของทั้ง 2 กลุ่มลงบนกราฟเชิงเส้น พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์ มีคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยก่อนเรียน 6.46 คะแนน มีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ย 12.58 คะแนน ส่วนนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) มีคะแนนก่อนเรียนเฉลี่ย 5.16 คะแนน และมีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ย 9.22 คะแนน แสดงว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น โดยนักเรียนกลุ่มทดลองมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง สูงกว่า

ตารางที่ 4.12 แสดงให้เห็นว่า คะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ไม่เท่ากัน จึงเลือกใช้การอ่านค่าทางสถิติแบบ Sphericity Assumed และมีค่า p-value เท่ากับ .004 ซึ่งค่า p-value น้อยกว่า .05 แสดงว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ทั้ง 2 แบบ คือ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ช่วยทำให้นักเรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) และนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มมีการเปลี่ยนแปลงของคะแนนการมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน

Ref. code: 25635919030063XHM

ดังนั้น จึงจำเป็นต้องสังเกตอิทธิพลหลักอย่างง่าย (Simple main effect) ด้วยการทดสอบรายคู่แทนใช้วิธีทดสอบแบบภาพรวม เพื่อทดสอบประสิทธิผลของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

ผลการทดสอบ Simple main effect ดังตารางที่ 4.14 พบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความสามารถเริ่มต้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (F = 68.91, p <.001, Eta squared = .413) โดยหลังการทดลองการจัดกระบวนการเรียนรู้พบว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มยังคงมีคะแนนมโนทัศน์ที่ถูกต้องเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง แตกต่างกันที่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (F = 156.58, p <.001, Eta squared = .615) ดังจะเห็นได้ว่าความแตกต่างที่เกิดขึ้นระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีระดับที่เพิ่มมากขึ้น โดยที่กลุ่มทดลองมีคะแนนเพิ่มขึ้นจาก 6.46 คะแนนเป็น 12.58 คะแนนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับสถิติ .05 (F = 36.26, p <.001, Eta squared = .270) ในขณะที่กลุ่มควบคุมมีคะแนนเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมที่ 5.16 คะแนน เป็น 9.22 คะแนนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (F = 5.94, p = 017, Eta squared = .057) ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการสอนโดยใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์มีประสิทธิผลที่สูงกว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

อย่างไรก็ตาม เมื่อผู้วิจัยได้นำคะแนนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ (Misconception) เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง มาพิจารณาด้วยการทดสอบค่าความแปรปรวนของคะแนนโดยใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทาง (Analysis of variance: Two-way ANOVA) แล้วทำให้เห็นว่าคะแนนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนทั้ง 2 กลุ่ม คือ นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ลดลงได้เช่นเดียวกัน ดังแสดงผลการทดสอบเชิงสถิติได้ดังตารางที่ 4.15 และ ภาพที่ 4.2

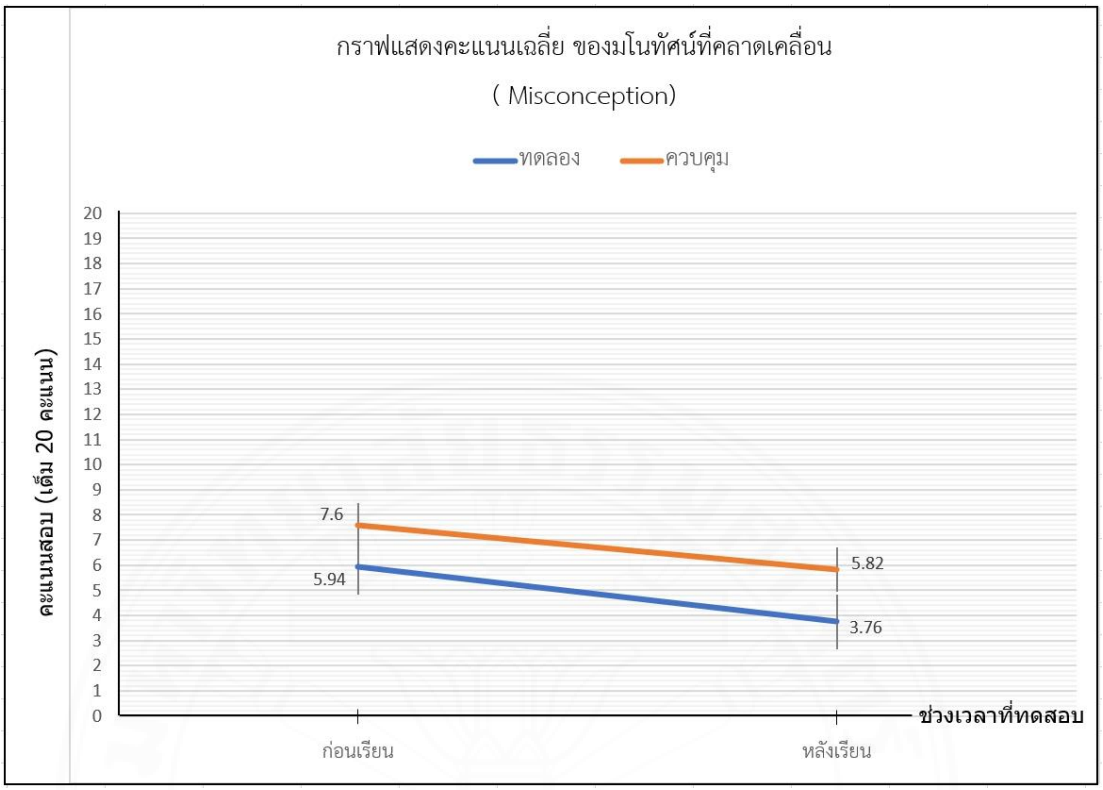
Ref. code: 25635919030063XHM

ตารางที่ 4.15

แสดงความแปรปรวนของคะแนนการมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน (Misconception) ก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนรู้ผ่านรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์และนักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนรู้ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) จำนวนนักเรียนกลุ่มละ 50 คน

แหล่งความแปรปรวน	SS (Sum of Squares)	df	MS (Mean Square)	F	p-value	Partial Eta Squared
ก่อนหลัง	196.02	1	196.02	40.36	<.001	.292
ก่อนหลัง*กลุ่ม	2.00	1	2.00	.412	.523	.004
ความคลาดเคลื่อนในบุคคล	475.98	98	4.86			
กลุ่ม	172.98	1	172.98	26.63	<.001	.207
ความคลาดเคลื่อนระหว่างบุคคล	661.34	98	6.478			

Ref. code: 25635919030063XHM



ภาพที่ 4.2 แสดงคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ (Misconception) เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

จากตารางที่ 4.15 พบว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ (Misconception) เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม มีแนวโน้มลดลง แต่ระดับการลดลงของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ระหว่าง 2 กลุ่มนั้น ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value มีค่าเท่ากับ .523 ซึ่งมากกว่า .05) แสดงว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) สามารถช่วยแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้ไม่แตกต่างกัน หากแต่รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ช่วยพัฒนามโนทัศน์ที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ (Conception) เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้มากกว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ดังผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 4.12 และภาพที่ 4.1

Ref. code: 25635919030063XHM

คำถามการวิจัยที่ 3 : ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงจะมีเจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้ (Constructivist learning approach) อย่างไร

การวิเคราะห์ผลเจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ผู้วิจัยซึ่งเป็นผู้สอนสัมภาษณ์ด้วยตนเอง โดยใช้การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (ภาคผนวก ค) สัมภาษณ์เมื่อวันที่ 16-18 ธันวาคม พ.ศ. 2562 โดยสัมภาษณ์หลังจากที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ในรูปแบบคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อให้นักเรียนยังจดจำความรู้สึกของการเรียนรู้ในรูปแบบดังกล่าว จำนวนนักเรียนที่สัมภาษณ์มีทั้งหมด 15 คน คิดเป็นร้อยละ 30 ของนักเรียนทั้งหมด โดยทำการสัมภาษณ์จากผู้ให้คำตอบโดยตรง (Face to face interview) สัมภาษณ์แบบรายบุคคล ใช้เวลาสัมภาษณ์คนละประมาณ 10-15 นาที และแบบกลุ่มใช้เวลาประมาณ 15-20 นาที ผู้วิจัยเลือกสัมภาษณ์นักเรียนแบ่งเป็น 3 แบบ เพื่อให้เกิดความหลากหลายของผู้ถูกสัมภาษณ์ คือ แบบที่ 1 ช่างพูดช่างคุย กล้าแสดงความคิดเห็น แบบที่ 2 มีความสุขุม รอบคอบ มักเป็นผู้นำ และแบบที่ 3 เป็นคนเงียบ ไม่ค่อยกล้าพูด ไม่กล้าแสดงความคิดเห็น และมักเป็นผู้ตาม ดังแสดงในตารางที่ 4.16 ซึ่งรูปแบบคำถามเป็นคำถามแบบกว้าง ๆ ที่ให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ได้ตอบ แบ่งเป็น 2 มิติ พร้อมกันนี้ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนทั้งขณะเรียน อภิปรายกลุ่ม และขณะที่ถูกสัมภาษณ์ ดังนี้

1) มิติด้านคุณค่าและการประเมินค่ารูปแบบการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ครอบคลุมประเด็นเรื่องประโยชน์ การรับรู้คุณค่าของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เปรียบเทียบกับการจัดการเรียนรู้แบบเดิม รวมทั้งความเชื่อเดิม หรือประสบการณ์เดิมที่นักเรียนเคยได้รับ

2) มิติด้านความรู้สึก ความชอบ หรือไม่ชอบ ความอยากเรียนรู้ หรือเหตุจูงใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์เปรียบเทียบกับการจัดการเรียนรู้แบบเดิม

ผู้วิจัยได้ทำการถอดข้อความจากแถบเสียงบันทึกการสนทนาของนักเรียนทั้งแบบรายบุคคลและรายกลุ่มแบบคำต่อคำ (ภาคผนวก จ) และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์แก่นสาระ (Thematic analysis)

หลังจากทำการสัมภาษณ์สามารถนำมาวิเคราะห์ข้อมูลได้ 2 ประเด็นหลัก ดังนี้

1) การจัดการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์ช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างความเข้าใจเชิงความคิดได้และสร้างการตระหนักรู้ถึงคุณค่าขององค์ความรู้เชิงรูปธรรม

2) ผู้เรียนแบบนำตนเอง (Self-directed learner) และการสร้างบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้

Ref. code: 25635919030063XHM

หลังจากทำการสัมภาษณ์สามารถนำมาวิเคราะห์ข้อมูลได้ 2 ประเด็นหลัก ดังนี้

3) การจัดการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์ช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างความเข้าใจเชิงความคิดได้และสร้างการตระหนักรู้ถึงคุณค่าขององค์ความรู้เชิงรูปธรรม

4) ผู้เรียนแบบนำตนเอง (Self-directed learner) และการสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้

Ref. code: 25635919030063XHM

ตารางที่ 4.16

แสดงคุณลักษณะของผู้ให้สัมภาษณ์ จำนวนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน พร้อมผลวิเคราะห์คุณลักษณะของผู้ถูกสัมภาษณ์

คนที่	นามสมมติ	ลักษณะ	ช่วงเวลาที่ทดสอบ	คะแนน	จำนวนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (Misconception)			ผลการวิเคราะห์
					ตอน 1 (6 ข้อ)	ตอน 2 (8 ข้อ)	ตอน 3 (6 ข้อ)	
1	กานต์	กล้าคิด กล้าทำ กล้าพูด กล้าแสดงออก	ก่อนเรียน	11	1	3	6	นักเรียนกลุ่มที่มีลักษณะกล้าคิด กล้าทำ กล้าตัดสินใจ มีความคิดเป็นของตนเอง เมื่อทำการทดสอบหลังเรียนแล้ว พบว่า นักเรียนมีความสามารถที่จะพัฒนาตนเองจากความเข้าใจในมโนทัศน์ด้านต่าง ๆ ที่คลาดเคลื่อน เปลี่ยนเป็นมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องได้สูงกว่านักเรียนที่มีคุณลักษณะแบบอื่น
			หลังเรียน	18	1	1	2	
2	คิม	เป็นคนกล้าคิด กล้าทำ กล้าแสดงออก มีความเป็นผู้นำ คิดเป็นเหตุเป็นผล	ก่อนเรียน	14	4	2	5	
			หลังเรียน	18	2	0	3	
3	พาย	มีความเป็นตัวของตัวเอง มีความคิดเป็นของตนเอง	ก่อนเรียน	10	4	1	6	
			หลังเรียน	17	0	1	3	
4	เปรม	เป็นเด็กที่ทำอะไรว่องไว กล้าคิด กล้าพูด	ก่อนเรียน	9	6	3	6	
			หลังเรียน	18	0	3	0	
5	ว่าน	เรียนเก่ง มีความมั่นใจในตัวเอง เป็นผู้นำในกลุ่ม	ก่อนเรียน	13	2	4	6	
			หลังเรียน	18	0	1	3	

Ref. code: 25635919030063XHM

ตารางที่ 4.16

แสดงคุณลักษณะของผู้ให้สัมภาษณ์ จำนวนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน พร้อมผลวิเคราะห์คุณลักษณะของผู้ถูกสัมภาษณ์ (ต่อ)

คนที่	นามสมมติ	ลักษณะ	ช่วงเวลาที่ทดสอบ	คะแนน	จำนวนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (Misconception)			ผลการวิเคราะห์
					ตอน 1 (6 ข้อ)	ตอน 2 (8 ข้อ)	ตอน 3 (6 ข้อ)	
6	เขม	มีความสุขุม รอบคอบ มักเป็นหัวหน้ากลุ่ม	ก่อนเรียน	7	4	5	6	นักเรียนกลุ่มนี้มีลักษณะไม่เชื่อหรือคล้อยตามใครง่าย ๆ มีความคิดเป็นของตนเอง พอควร พบว่า นักเรียนมีความสามารถที่จะพัฒนาตนเองจากความเข้าใจในมโนทัศน์ด้านต่าง ๆ ที่คลาดเคลื่อน เปลี่ยนเป็นมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องได้สูงพอสมควร
			หลังเรียน	16	1	2	4	
7	เอก	เป็นคนเงียบ ๆ ไม่ค่อยพูด มีความคิดเป็นของตนเอง ไม่คล้อยตามใครง่าย ๆ สายตามุ่งมั่น	ก่อนเรียน	8	6	4	6	
			หลังเรียน	15	2	2	2	
8	ตริน	ไม่ค่อยพูด มักอยู่กับตัวเอง มีความคิดเป็นของตนเอง มีความรับผิดชอบ	ก่อนเรียน	8	5	4	5	
			หลังเรียน	17	0	2	2	
9	ป้อม	เป็นคนเงียบ ๆ มีความรับผิดชอบ บางครั้งเป็นผู้นำ บางครั้งเป็นผู้ตาม	ก่อนเรียน	8	5	3	6	
			หลังเรียน	15	3	2	1	

Ref. code: 25635919030063XHM

ตารางที่ 4.16

แสดงคุณลักษณะของผู้ให้สัมภาษณ์ จำนวนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน พร้อมผลวิเคราะห์คุณลักษณะของผู้ถูกสัมภาษณ์ (ต่อ)

คนที่	นามสมมติ	ลักษณะ	ช่วงเวลาที่ทดสอบ	คะแนน	จำนวนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (Misconception)			ผลการวิเคราะห์
					ตอน 1 (6 ข้อ)	ตอน 2 (8 ข้อ)	ตอน 3 (6 ข้อ)	
10	กรณ์	มักคล้อยตามเพื่อน คือ เพื่อนว่าไงว่าตามกัน	ก่อนเรียน	11	3	4	2	นักเรียนกลุ่มนี้มีลักษณะคล้อยตามผู้อื่น เป็นผู้ตามมากกว่าเป็นผู้นำ หลังจากที่นักเรียนทำการทดสอบหลังเรียนแล้ว พบว่านักเรียนมีความสามารถที่จะพัฒนาตนเองจากความเข้าใจในมโนทัศน์ด้านต่าง ๆ ที่คลาดเคลื่อน เปลี่ยนเป็นมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องได้ต่ำกว่านักเรียนที่มีคุณลักษณะเป็นผู้นำและกล้าคิดกล้าทำ
			หลังเรียน	16	1	3	2	
11	แก้ว	เป็นคนเงียบ ๆ มักเป็นผู้ตาม	ก่อนเรียน	12	4	4	4	
			หลังเรียน	16	0	5	1	
12	พินิจ	อยากทำอะไรก็ทำ เป็นคนไม่สนใจใคร	ก่อนเรียน	11	3	4	5	
			หลังเรียน	15	0	4	5	
13	ช้าง	เป็นคนเงียบ ๆ มีความคล้อยตามผู้อื่นได้ง่าย ชอบอยู่กับกลุ่มเพื่อน ขาดความมั่นใจในตัวเอง	ก่อนเรียน	8	3	6	6	
			หลังเรียน	14	1	3	3	
14	ปาน	เป็นคนเงียบ ๆ มักเป็นผู้ตามมากกว่าผู้นำ	ก่อนเรียน	7	3	7	6	
			หลังเรียน	11	1	5	5	
15	วิน	เป็นผู้ตาม เพื่อนว่าไง ว่าตามกัน มีความคิดขัดแย้งบ้าง แต่ส่วนใหญ่จะเห็นด้วยกับเพื่อน	ก่อนเรียน	10	2	7	4	
			หลังเรียน	16	1	4	2	

Ref. code: 25635919030063XHM

ประเด็นที่ 1 การจัดการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์ช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างความเข้าใจเชิงความคิดและสร้างการตระหนักรู้ถึงคุณค่าขององค์ความรู้เชิงรูปธรรม

นักเรียนสามารถสร้างกรอบแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์และประยุกต์ใช้องค์ความรู้ในการออกแบบการทดลองเองได้ พร้อมส่งเสริมให้เกิดเจตคติเชิงบวกทั้งในด้านความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก รวมทั้งด้านพฤติกรรมซึ่งจะมีผลต่อความใฝ่เรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ในอนาคต เนื่องมาจากกระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ช่วยสร้างสิ่งต่อไปนี้

1. การเชื่อมโยงองค์ความรู้ที่เรียนกับสิ่งที่เกิดขึ้น
2. เกิดการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์การเรียนรู้ (Relearn) และตระหนักถึงคุณค่าขององค์ความรู้
3. เกิดความภาคภูมิใจในตนเอง

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist learning approach) ที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในการออกแบบแผนการสอนในครั้งนี้ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Pre-exiting Ideas)
2) ขั้นเน้นมโนทัศน์เป้าหมาย (Focusing on the target concept)
3) ขั้นท้าทายความคิด (Challenging students' ideas)
4) ขั้นการประยุกต์ความรู้ (Applying newly constructed ideas to similar situation)

ผู้วิจัยสังเกตเห็นว่าผู้เรียนเกิดกระบวนการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ขึ้นในระหว่างการจัดการเรียนการสอนในขั้นที่ 2 และขั้นที่ 3 โดยผู้เรียนได้สะท้อนให้เห็นในขั้นตอนที่ 2 คือ ขั้นเน้นมโนทัศน์เป้าหมาย และขั้นที่ 3 คือ ขั้นท้าทายความคิด ดังนี้

ในขั้นที่ 2 เป็นขั้นที่ให้นักเรียนร่วมกันออกแบบการทดลองจากปัญหาที่ครูกำหนดให้ ซึ่งแต่ละกลุ่มต้องออกแบบกระบวนการทดลองบนพื้นฐานองค์ความรู้ที่ได้เรียนมานั้นช่วยกระตุ้นให้พวกเขาเกิดการสร้างกรอบแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการระดมสมองในกลุ่มย่อย และแลกเปลี่ยนแนวทางการทดลองกับเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ ในห้อง

ในขั้นที่ 3 ถือเป็นการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยกรณ์และกานต์ ได้สะท้อนความจำเป็นของการระดมสมองไว้ว่า "เวลาครูให้คิดการทดลองเองผมเขียนได้ แต่ต้องทำแบบเป็นกลุ่มนะครับ คิดคนเดียวผมคิดไม่ออก ผมชอบแบบทำงานเป็นกลุ่มมากกว่า" ในขณะเดียวกันไม่ใช่ผู้เรียนทุกคนที่จะมีส่วนร่วมในกระบวนการดังกล่าว โดยผู้วิจัยตั้งข้อสังเกตว่าอาจเกิดจากการขาดความมั่นใจในเนื้อหาที่ตนเองเรียนหรืออาจเกิดจากคนภายในกลุ่ม ดังที่พายได้กล่าวว่า "เวลาทำงานกลุ่มผมไม่ได้ทะเลาะกัน ผมแบ่งงานกันทำแต่บางคนก็ไม่ช่วยคิด" แม้ว่าการระดมสมองจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ที่ตนเองมีกับเพื่อน หากแต่บางครั้งผู้วิจัยพบข้อจำกัดทางความคิดอันเนื่องมาจากผู้เรียนมีองค์ความรู้ที่เท่า ๆ กัน และไม่สามารถมองเห็นข้อจำกัดหรือ

Ref. code: 25635919030063XHM

ข้อผิดพลาดของกระบวนการทดลองที่พวกเขาออกแบบได้ โดยกานต์ได้สะท้อนถึงอุปสรรค ว่า-“อุปสรรค คือ คิดไม่ได้ ทำผิดต้องช่วยกันแก้ แก้ไม่ได้ผมใช้วิธีทำใหม่” ดังนั้น ครูจึงมีบทบาทสำคัญในการให้ความช่วยเหลือในขั้นตอนนี้ผ่านกระบวนการตั้งคำถามสะท้อนกลับในสิ่งที่ผู้เรียนคิด หรือการชวนคิดในมุมที่แตกต่างออกไป เพื่อชี้ให้เห็นถึงข้อจำกัด หรือข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของเอกว่า “ผมรู้สึกอุ่นใจมากขึ้น เหมือนครูมาช่วยแก้ปัญหา”

การสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นในขั้นตอนที่ 3 คือ ขั้นท้าทายความคิด ซึ่งมโนทัศน์ที่เกิดขึ้นนั้นได้ถูกทำให้เชื่อมโยงกับประสบการณ์ที่ได้มาจากการลองผิดลองถูก เมื่อผู้เรียนนำแผนการทดลองมาใช้ในการทดลองจริงที่ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากประสบการณ์และเกิดกระบวนการสะท้อนการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-reflective observation) ที่ส่งผลต่อการทำความเข้าใจต่อองค์ความรู้เชิงนามธรรมที่ได้เรียนมา ทำให้ผู้เรียนเกิดเจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้ในด้านปัญญา (Cognitive component) ดังเช่น เอกได้สะท้อนไว้ว่า “รู้สึกว่าได้เป็นการพิสูจน์และได้พบว่ามันเป็นความจริง” สอดคล้องกับ พายกับกานต์ ที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจากการทดลอง หรือ ผลการทดลองได้ทันทีในขณะที่ทำการทดลองเรื่อง การตรวจสอบแป้งในพืช ซึ่งนักเรียนพบว่า ใบพืชที่ผ่านการสร้างอาหารแล้ว เมื่อหยดด้วยสารละลายไอโอดีนแล้วจะมีสีม่วงแกมน้ำเงิน ซึ่งหลังจากทำการตรวจสอบแป้งที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชในคาบเรียนที่ 2 แล้ว พายได้สะท้อนความรู้สึกจากการเรียนรู้ว่า “ชอบตอนทดสอบด้วยสารละลายไอโอดีนโดยการเอาไปหยดบนใบไม้แล้วพบว่าพืชสร้างแป้ง” และกานต์จึงสนับสนุนความคิดเห็นของพายว่า “จริงครับ ผมก็ชอบการทดลองนี้เหมือนกันครับ” ซึ่งประสบการณ์ที่เกิดขึ้นได้เปิดมุมมองและเจตคติต่อการเรียนรู้ด้านความรู้สึก (Affective component) เชิงบวกที่มีต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ดังที่กานต์ได้กล่าวว่า “ชอบกิจกรรมการใส่สารละลายไอโอดีนลงไปบนใบไม้ ผมชอบมันเจ๋งดี เหมือนโลกใหม่” คล้ายกับเอกที่เกิดความภูมิใจในความสำเร็จของการเรียนรู้ของตน คือ “ผมชอบตอนที่ได้ทำการทดลอง ทำการทดลองเสร็จแล้วได้ผลออกมาผมรู้สึกภูมิใจมากเลยครับ”

ดังนั้น การจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เป็นฐาน ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการอยากเรียนรู้ คือ มีความใฝ่รู้ใฝ่เรียน อันถือเป็นเจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรม (Behavioral component) ซึ่งคิมได้กล่าวไว้ว่า “ผมชอบทำการทดลอง ผมว่าการทดลองสนุกตื่นเต้น มีความท้าทาย ไม่น่าเบื่อ ทำให้เข้าใจมากขึ้น ไม่ใช่ฟังเพียงอย่างเดียว” ซึ่งสอดคล้องกับนักเรียนส่วนใหญ่ นักเรียนชอบลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เพราะการได้ลงมือทำด้วยตนเอง นักเรียนได้หยิบจับอุปกรณ์การทดลอง ได้ฝึกคิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง การได้ทำการทดลองนอกห้องเรียน ไม่ว่าจะเป็นในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ หรือ การได้ลงไปทำกิจกรรมนอกอาคารเรียนล้วนทำให้นักเรียนได้เรียนด้วยความสุข มีความอยากเรียนรู้เพิ่มมากขึ้น ดังเช่นมีนักเรียนพูดว่า “ผมชอบตอน

Ref. code: 25635919030063XHM

ขึ้นไปเรียนที่ห้อง LAB และได้ออกไปทำกิจกรรมข้างนอก” จากการที่ผู้วิจัยสังเกตเวลาที่นักเรียนได้ออกไปทำกิจกรรมนอกห้องเรียนนักเรียนจะมีความกระตือรือร้น มีความอยากรู้อยากเห็น อยากเรียนรู้ อยากทำกิจกรรมอย่างไรก็ตามการให้นักเรียนออกไปทำกิจกรรมนอกห้องเรียนนั้น ครูผู้สอนต้องแจ้งจุดประสงค์ของการทำกิจกรรมให้ชัดเจนก่อนที่จะออกไปทำกิจกรรม มิฉะนั้นการควบคุมชั้นเรียนจะทำได้ยาก เพราะนักเรียนมีความตื่นเต้นที่ได้ไปทำกิจกรรมนอกห้องเรียน อาจส่งผลให้การจัดการเรียนรู้ไม่เป็นไปตามเป้าหมายได้

ประเด็นที่ 2 ผู้เรียนแบบนำตนเอง (Self-directed learner) และการสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้

ผู้เรียนแบบนำตนเอง (Self-directed learner) เป็นรูปแบบการเรียนรู้แบบนำตนเอง โดยผู้เรียนตั้งเป้าหมายในการเรียน แสวงหาผู้สนับสนุน แหล่งความรู้ สื่อการศึกษาที่ใช้ในการเรียนรู้ และประเมินผลการเรียนรู้ของตนเอง เป็นวิธีการสำคัญที่ใช้การเรียนบนฐานแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ทั้งนี้ผู้เรียนอาจได้รับประสบการณ์ในการเรียนจากสิ่งแวดล้อมในห้องเรียน ดังนั้น ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนจึงออกแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบ่งเป็น 4 ขั้นตอน คือ

1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม
2) ขั้นเน้นมโนทัศน์เป้าหมาย
3) ขั้นท้าทายความคิด
4) ขั้นการประยุกต์ความรู้

ครูผู้สอนสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ด้วยกระบวนการตามขั้นตอนของแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ โดยเริ่มจากการทำการทดลองนำเข้าสู่บทเรียน หรือใช้คำถาม เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความคิดจากสิ่งที่เห็นกับสิ่งที่ต้องการให้เกิดใหม่ได้ เช่น ครูต้องการให้นักเรียนทราบว่า แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ได้มาจากการหายใจออกของสิ่งมีชีวิต ไม่สามารถมองเห็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แต่สามารถตรวจสอบได้ว่าแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มีอยู่จริง ดังนั้น ครูจึงทำการทดลองเป่าลมจากปากใส่แก้วที่มีสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์แล้วทำให้เกิดตะกอนขุ่น ดังนั้น ถ้านักเรียนพบว่าสารสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ขุ่น แสดงว่า มีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ไปทำปฏิกิริยากับสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์แล้ว

จากนั้นครูจึงให้นักเรียนนักเรียนสร้างมโนทัศน์เป้าหมาย ตามขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 2 คือ ผู้เรียนต้องออกแบบการทดลองด้วยตนเอง ผ่านการทำกิจกรรมกลุ่ม (Collaborative activity) ซึ่งการเรียนรู้ที่เกิดจากการร่วมมือ ช่วยพัฒนาความคิดรวบยอดของตนเองที่ได้มาจากการร่วมแบ่งปันแนวคิดที่หลากหลายกับสมาชิกในกลุ่ม และในขณะเดียวกันก็เกิดการปรับเปลี่ยนการสร้างสิ่งแทนความรู้ในสมอง (Knowledge representation) หรือการจัดเก็บองค์ความรู้ไว้ใช้เพื่อแก้ปัญหาต่อไป และในขณะที่มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ด้วยการอภิปรายเสนอความคิดเห็นที่หลากหลาย ของแต่ละคน

Ref. code: 25635919030063XHM

ผู้เรียนจะมีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างความรู้ของตนด้วยและสร้างความหมายของตนเองขึ้นมาใหม่ด้วย จากขั้นตอนการเรียนรู้ที่ผู้สอนต้องการให้ผู้เรียนสร้างมโนทัศน์เป้าหมายนั้น ผู้สอนกำหนดให้ผู้เรียนทำการออกแบบการทดลองในกรอบของการทำอย่างไรให้สามารถบรรลุเป้าหมายได้ ซึ่งนักเรียนบางกลุ่มสามารถเชื่อมโยงความคิด แล้วนำไปออกแบบกิจกรรมได้ เช่น กานต์ได้กล่าวไว้ว่า “ครูให้ผมทำเอง ผมไม่ได้รู้สึกว่ายาก ครูให้โจทย์ที่ทำเองได้” แต่นักเรียนบางกลุ่มอาจมีข้อจำกัดออกแบบการทดลองไม่ได้ หาทางแก้ปัญหาไม่ได้ ซึ่งการสอนในลักษณะนี้ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดและค้นคว้าหาคำตอบด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น วิธีสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมได้จากอินเตอร์เน็ต จากการถามเพื่อน หรือสังเกตจากเพื่อนกลุ่มอื่น ๆ รวมทั้งกระตุ้นให้ผู้เรียนซักถามองค์ความรู้จากการทำกิจกรรมในชั้นเรียนเพิ่มมากขึ้น ดังที่พายและกานต์กล่าวไว้ว่า “ผมใช้การ Search Google ครับ บางทีก็ไปดูกลุ่มอื่นหรือว่าปรึกษากันในกลุ่ม” สอดคล้องกับคิมที่ให้ความเห็นไว้ว่า “การเรียนแบบนี้ครูให้ผมฝึกทำเองทุกขั้นตอนเลย ต้องพยายามฝึกคิดวิเคราะห์ด้วยตนเอง ถ้าไม่รู้ผมต้องรีบถามครับ”

ถ้าหากผู้เรียนไม่สามารถค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหาได้เลย ดังเช่น ครั้งหนึ่งในการทำการทดลอง เรื่อง การทดสอบแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่พืชสร้างในถุงดำ (ห้องมืด) แล้วมีนักเรียนกลุ่มหนึ่งไม่สามารถออกแบบการทดลองได้ ไม่รู้ว่าจะแก้ปัญหาอย่างไร นักเรียนเลือกจะอยู่เฉย ๆ ไม่ทำอะไร รอให้เวลาผ่านไป นั่นหมายความว่า ผู้เรียนมีพัฒนาการอยู่ใน Zone of proximal development หรือมีระยะห่างระหว่างระดับพัฒนาการที่เป็นจริงและระดับพัฒนาการที่สามารถจะเป็นไปได้ที่เรียกว่า พื้นที่รอยต่อพัฒนาการ จำเป็นที่จะต้องได้รับการช่วยเหลือในการเรียนรู้ที่เรียกว่า Scaffolding ครูผู้สอนจำเป็นต้องเข้าไปช่วยในฐานะ Facilitator หรือเป็นโค้ชให้ผู้เรียน เพื่อช่วยกระตุ้นผู้เรียนให้สามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ได้ ด้วยการใช้คำถาม ทำการทดลองบางอย่างให้ดู หรือกระตุ้นด้วยวิธีใด ๆ เพื่อให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาต่อไปได้ ซึ่งเมื่อครูเข้าไปช่วยกระตุ้นผู้เรียนด้วยการถามคำถามให้คิด แล้วผู้เรียนสามารถคิดการทดลองได้ โดยการเชื่อมความสัมพันธ์กับความรู้เดิมก่อนหน้าในขั้นตอนการนำเข้าสู่บทเรียน คือ ทดลองเป่าแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ให้ทำปฏิกิริยากับสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์แล้วเกิดตะกอนขุ่น ซึ่งหลังจากนักเรียนเห็นผลการทดลองที่เกิดขึ้นแล้วนักเรียนก็ออกแบบการทดลอง โดยใช้สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ใส่ลงไปในกระถางพืชที่อยู่ในถุงดำ ตั้งทิ้งไว้ 1 คืน แล้วพบว่าเกิดตะกอนขุ่นในสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ แสดงว่านักเรียนก้าวข้ามพื้นที่รอยต่อพัฒนาการของตนเองมาได้แล้ว จะเห็นได้ว่า ผู้เรียนแบบนำตนเองนั้นบรรยากาศในการเรียนรู้ กิจกรรม และการปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพื่อน ล้วนมีความสำคัญต่อการข้ามผ่านพื้นที่รอยต่อของการพัฒนาตนเอง เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่หรือหาวิธีการแก้ปัญหาเพื่อนำไปสู่การเรียนรู้ของตนเองได้นั่นเอง

Ref. code: 25635919030063XHM

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้ ต้องการเปรียบเทียบรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์กับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยใช้บทเรียน เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งจากการศึกษาจากงานวิจัย และการสัมภาษณ์ครูผู้สอน ทั้งในระดับมหาวิทยาลัย มัธยมศึกษา และประถมศึกษาที่มีประสบการณ์สอน และจากการสร้างข้อคำถามตามแบบ Science and plants for schools (SAPS) พบว่า นักเรียนมักมีความเข้าใจผิดในเนื้อหาเรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ที่มีลักษณะเนื้อหาเชิงนามธรรม อีกทั้งเนื้อหาในเรื่องนี้ยังถูกนำไปใช้เรียนในระดับที่สูงขึ้น ไม่ว่าจะเป็นในระดับมัธยมศึกษาหรือในระดับมหาวิทยาลัย หากนักเรียนมีมโนทัศน์ที่ไม่ถูกต้องจะส่งผลต่อการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้นด้วยเช่นกัน และอาจนำไปสู่การปฏิเสธที่จะเรียนรู้มโนทัศน์ที่ถูกต้องต่อไปด้วย

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยเล็งเห็นว่าวิธีการจัดการเรียนการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์น่าจะช่วยให้เกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงที่ถูกต้อง เพื่อทดลองสมมติฐานดังกล่าว ผู้วิจัยได้ออกแบบกระบวนการวิจัยในรูปแบบการวิจัยแบบกึ่งทดลอง โดยมีการออกแบบแผนการสอนจำนวน 3 แผนการสอน รวม 7 คาบ ในระยะเวลา 3 สัปดาห์ โดยเลือกเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง จากนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย จำนวน 2 ห้องเรียน คือ นักเรียนห้อง ป.4/2 เป็นกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ และ ห้อง ป.4/4 เป็นกลุ่มควบคุมที่รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) พร้อมทั้งได้วิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ประกอบด้วย 3 ด้านหลัก ได้แก่ 1) วัตถุดิบกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช 2) กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงกับกระบวนการหายใจของพืช และ 3) อาหารของพืช อีกทั้งใช้แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างแล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นแบบการวิเคราะห์แก่นสาระ (Thematic analysis)

5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาวิจัย เรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้ เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษานั้น สามารถจำแนกผลการวิจัยได้ 3 ข้อตามคำถามการวิจัย ดังนี้

Ref. code: 25635919030063XHM

5.1.1 นักเรียนที่ได้เรียนรู้ผ่านรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (กลุ่มทดลอง) มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเพิ่มขึ้น โดยมีค่า t = 2.43, p-value = .017 แสดงว่านักเรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.1.2 เมื่อเปรียบเทียบการเพิ่มขึ้นของการมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ภายหลังการจัดการเรียนการสอน จำนวน 7 คาบแล้ว พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์มีมโนทัศน์ในเรื่องดังกล่าวเพิ่มขึ้นโดยเปรียบเทียบ (Comparative increment) มากกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยมีค่า F = 8.870, p-value = .004 แสดงให้ว่าการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ มีอิทธิพลหรือสามารถทำให้เกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้องได้มากกว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.1.3 การสัมภาษณ์ผู้เรียนเพื่อสำรวจเจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ พบว่า สิ่งที่มีผลต่อประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน ได้แก่ 1) ประสบการณ์เดิม 2) กระบวนการกลุ่ม 3) การมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และ 4) การได้รับความช่วยเหลือ (Scaffolding) โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ที่มี 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม 2) ขั้นเน้นมโนทัศน์เป้าหมาย 3) ขั้นท้าทายความคิด 4) ขั้นการประยุกต์ความรู้ ผ่านการจัดบรรยากาศการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยได้ออกแบบ ช่วยให้ผู้เรียนมีเจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้เชิงบวกทั้งในด้านความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก รวมทั้งด้านพฤติกรรม กล่าวคือ เมื่อผู้เรียนมีประสบการณ์เดิม ทั้งจากเดิมของผู้เรียนเอง และจากการใช้วิธีตรวจสอบความรู้เดิมของผู้สอนในขั้นตรวจสอบความรู้เดิม ทำให้ผู้เรียนสามารถใช้ประสบการณ์เดิมของตนเองที่มีนำไปเชื่อมโยงกับประสบการณ์ใหม่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตนเอง โดยนักเรียนนำไปใช้ออกแบบการทดลองกับการทำกิจกรรมกลุ่ม ช่วยกันไขปมปัญหาตามที่ผู้วิจัยในฐานะผู้สอนได้ตั้งไว้ ในขั้นเน้นมโนทัศน์เป้าหมาย ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเองจากการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมร่วมกับการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม จากการร่วมกันระดมสมองในกิจกรรมกลุ่ม รู้จักหาหนทางในการสืบค้นจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นเทคโนโลยี การสังเกตจากเพื่อนกลุ่มอื่น และการสะท้อนความคิดเห็นจากการอภิปรายร่วมกันทั้งในกลุ่มย่อย และกลุ่มใหญ่ ซึ่งรูปแบบกระบวนการกลุ่มนี้เองที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้สึกอุ่นใจ ปลอดภัย มีความสุข สนุกสนานตื่นเต้นกับการทำกิจกรรม แสดงออกทั้งในสีหน้าท่าทาง รวมทั้งการแสดงความคิดเห็นด้วยการสะท้อนความคิดในขณะที่ทำกิจกรรมด้วย ซึ่งถ้าหากผู้เรียนไม่สามารถแก้ปัญหาให้บรรลุตามเป้าหมายได้ครูผู้สอน

Ref. code: 25635919030063XHM

ก็จะทำหน้าที่เป็นโค้ช (Facilitator) ให้ผู้เรียนสามารถก้าวผ่านพื้นที่รอยต่อของพัฒนาการ แล้วสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเองได้

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยได้แสดงให้เห็นว่ากระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์นั้นสามารถช่วยให้ผู้เรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเพิ่มสูงขึ้น และนักเรียนมีเจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้ในเชิงบวกได้ด้วยเหตุผล ดังต่อไปนี้

5.2.1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้

โดยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เป็นการเน้นให้ผู้เรียนนำประสบการณ์เดิมมาเชื่อมโยงกับประสบการณ์ใหม่ มีการสร้างบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ การจัดให้มีการปฏิสัมพันธ์กับกิจกรรมและสมาชิกในกลุ่ม และความช่วยเหลือในฐานะโค้ช (Coach) ของครูผู้สอน ล้วนมีผลต่อการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ การจัดการเรียนรู้แบบนี้เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เริ่มจากการกระตุ้นให้ผู้เรียนนำประสบการณ์เดิมมาเชื่อมโยงกับประสบการณ์ใหม่ ซึ่งผู้เรียนแต่ละคนมีประสบการณ์เดิมที่ไม่เท่ากัน เมื่อผู้เรียนถูกกระตุ้นให้เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่แล้ว ผู้เรียนจะนำไปประมวลความรู้ว่าเหมือนหรือแตกต่างจากความรู้เดิมที่ตนมีอยู่ ซึ่งถ้าประสบการณใหม่ที่ส่งเข้าไปเหมือนความรู้เดิมที่ตนมีอยู่ก็จะดูดซึมเก็บไว้ แต่ถ้าแตกต่างจากที่เคยรู้มาก็จะพยายามปรับโครงสร้างทางปัญญาให้เข้าสู่ภาวะสมดุล (Piaget, 1960) นำไปสร้างองค์ความรู้ใหม่ได้ด้วยตนเอง แตกต่างจากขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ในขั้นตอนแรก คือ ขั้นสร้างความสนใจ เป็นวิธีการกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนในคาบเรียนนั้น ๆ แต่ไม่ได้มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเชื่อมความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่ผู้เรียนกำลังจะเรียน ดังนั้น การเชื่อมความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ในขั้นตอนการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์จึงมีความลึกซึ้งต่อความพยายามที่จะให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้ชัดเจนมากกว่า อีกทั้งรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์นี้ยังช่วยให้ผู้เรียนเสริมสร้างความรู้ผ่านกระบวนการทำกิจกรรมที่ต้องใช้การปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบตัว (Vygotsky, 1980) คือ บรรยากาศการเรียนรู้ และกิจกรรมที่ครูผู้สอนเป็นผู้สร้างขึ้น เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสงสัยใคร่รู้เกิดความขัดแย้งทางปัญญาจากประสบการณ์ที่พบเจอ ทำให้ผู้เรียนเกิดคำถามขึ้น นั่นหมายความว่าผู้เรียนเกิดภาวะไม่สมดุลทางปัญญา และต้องการหาคำตอบ เพื่อกำจัดความไม่สมดุลนั้นออกไป ตัวอย่างเช่น ขั้นตอนการสอนแรก คือ ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม โดยครูทำการทดลองเป่าลมลงไปในแก้วที่มีสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์จากเดิมที่สารละลายใส

Ref. code: 25635919030063XHM

เปลี่ยนเป็นตกตะกอนทำให้สารละลายขุ่น ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกขัดแย้งทางปัญญา คือ สงสัยว่าเกิดอะไรขึ้น ทำไมสารละลายจากเดิมใสจึงกลายเป็นขุ่นได้ ดังนั้น ลมที่เป่าจากปากน่าจะเกิดปฏิกิริยาบางอย่างกับสารละลายใสแล้วได้ตะกอนขุ่น เป็นต้น ซึ่งเมื่อผู้เรียนเกิดความไม่สมดุลจากความสงสัยที่เกิดขึ้น ทำให้ผู้เรียนพยายามค้นหาคำตอบด้วยการระดมสมอง แสดงความคิดเห็นแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน มีการสืบค้นข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งขั้นตอนนี้อยู่ในขั้นตอนที่ 2 คือ ขั้นมโนทัศน์เป้าหมายที่มุ่งให้ผู้เรียนพยายามแสวงหาคำตอบด้วยตนเอง รวมทั้งมีการแสดงความคิดเห็นในกลุ่มย่อยของตนเอง จากนั้น ในขั้นตอนที่ 3 คือ ขั้นท้าทายความคิด ซึ่งผู้เรียนจะต้องนำความคิดเห็นจากกลุ่มย่อยของตนเอง ไปร่วมอภิปรายในกลุ่มใหญ่ นั่นจึงเป็นเครื่องมือที่ช่วยตรวจสอบว่าผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องหรือยัง และครูผู้สอนจะช่วย เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ขึ้นมาได้ด้วยตนเอง คือ การสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นได้นั่นเอง

อย่างไรก็ดี ภาวะไม่สมดุลที่เกิดขึ้นในระหว่างการเรียนรู้สามารถกลับกลายเป็นอุปสรรคในการเรียนรู้ได้เช่นกัน หากผู้เรียนไม่สามารถก้าวไปจนถึงเป้าหมายการเรียนรู้ได้ นักเรียนจะรู้สึกเครียด กังวล ฉะนั้น ครูผู้สอนจึงมีบทบาทสำคัญในการเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้เกิดการเรียนรู้ (Facilitator) หรือโค้ช (Coach) ที่ช่วยกระตุ้น สร้างบรรยากาศ ปรับเปลี่ยนสถานการณ์ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ได้ ด้วยการใช้คำถาม ทำการทดลองบางอย่างให้ดูหรือกระตุ้นด้วยวิธีใด ๆ เพื่อให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาต่อไปได้ ซึ่งสอดคล้องกับ ทิศนา แขมมณี (2556) ที่กล่าวไว้ว่า “การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ นั้นเชื่อว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางปัญญา โดยผู้เรียนจะต้องเรียนรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิมมาสร้างเป็นความเข้าใจของตนเอง หรือ เรียกว่า โครงสร้างทางปัญญา” นั่นเอง

5.2.2 การเตรียมผู้เรียน

การเตรียมผู้เรียนเป็นสิ่งสำคัญมาก เริ่มตามลำดับขั้น ดังนี้

1) ผู้เรียนต้องเข้าใจภาพรวมและวัตถุประสงค์การเรียนรู้ก่อน

การเข้าใจวัตถุประสงค์การเรียนรู้จะช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นภาพรวมของการจัดกิจกรรมนั้น ๆ ได้ ผู้วิจัยพบว่า หากนักเรียนยังมองไม่เห็นภาพรวมของการจัดการเรียนรู้ หรือนักเรียนยังไม่รู้ว่าตนเองต้องทำอย่างไร นักเรียนจะไม่สามารถทำกิจกรรมต่อไปได้ ดังนั้น ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนจึงต้องให้นักเรียนเข้าใจถึงภาพรวมของกิจกรรมนั้น ๆ ก่อน โดยแจ้งรูปแบบของการทำกิจกรรมให้นักเรียนเห็นแบบกว้าง ๆ เช่น นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องแบ่งหน้าที่การทำงาน โดยให้ระบุเลยว่าใครมีหน้าที่ทำอะไร (เขียนไว้ด้านหลังรายชื่อสมาชิกแต่ละคน) หลังจากนั้น นักเรียนสามารถแบ่งหน้าที่กันทำ ซึ่งสมาชิกแต่ละคนจะรู้ขอบเขตหน้าที่ของตนเอง ซึ่งการแบ่งหน้าที่กันทำนี้ยังช่วยลดความขัดแย้งที่จะเกิดขึ้นในห้องเรียนได้ด้วย ในส่วนของการทำกิจกรรมการทดลอง ครูผู้สอนต้องเขียนขั้นตอนในการทำกิจกรรม เช่น ให้นักเรียนตั้งสมมติฐาน กำหนดตัวแปร คิดหาวิธีตรวจสอบ

Ref. code: 25635919030063XHM

สมมติฐาน เตรียมอุปกรณ์ ฯลฯ พร้อมระยะเวลาในการทำไว้ในที่ที่นักเรียนเห็นชัด เพื่อให้นักเรียนวางแผนการทำงานของตนเองได้ ซึ่งหากผู้เรียนไม่สามารถเข้าใจภาพรวมและวัตถุประสงค์ของการเรียนนั้นจะทำให้ผู้เรียนไม่สามารถวางแผนการทำกิจกรรมได้อย่างต่อเนื่อง และไม่เข้าใจว่าตนเองต้องทำอะไร ดังเช่น นักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถวางแผนการทำกิจกรรมในกลุ่มของตนเองได้ ครูผู้สอนจึงต้องเข้าไปช่วยในฐานะ Facilitator ด้วยการแนะนำให้ผู้เรียนในกลุ่มเริ่มจากการแบ่งหน้าที่กันในกลุ่ม วางแผนการตอบปัญหาการทดลอง ออกแบบการทดลอง และวิธีการสืบค้นข้อมูล เป็นต้น ซึ่งหลังจากที่ครูเข้าไปชี้แนะได้ช่วยให้ผู้เรียนสามารถวางแผนการทดลองของกลุ่มตนเองได้อย่างต่อเนื่อง และราบรื่นมากขึ้น

2) การกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการตั้งคำถามเป็นสิ่งสำคัญ

ในชั้นเรียนผู้วิจัยได้ตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิด ซึ่งการตั้งคำถามถือเป็นกระบวนการที่สำคัญ เนื่องจากเป็นการสำรวจความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีอยู่ ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิด หาความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับกิจกรรมที่ครูผู้สอนต้องการให้เกิดกับผู้เรียน การใช้คำถามเริ่มจากคำถามง่าย ๆ ใกล้ตัวนักเรียน หรือเริ่มจากการถามคำถามให้นักเรียนใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ของตนเองก่อน เช่น การสังเกตแผนภูมิที่ครูนำมาให้ดู นักเรียนเห็นอะไรจากภาพ ชี้ให้เห็นความสำคัญ แล้วจึงค่อยถามคำถามให้นักเรียนเชื่อมความสัมพันธ์กับสิ่งที่ครูต้องการให้เรียน เพื่อให้เกิดความไม่สมดุลทางความคิดของผู้เรียน และกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ อีกทั้งการตั้งคำถามขณะที่ผู้เรียนไม่สามารถหาทางแก้ปัญหาได้ คำถามจะเข้าไปทำงาน คือ กระตุ้นให้ผู้เรียนนำประสบการณ์เดิมของตนเองออกมาวิเคราะห์สร้างความสัมพันธ์กับสถานการณ์ใหม่ที่ครูตั้งเป็นคำถามขึ้นมา แต่ถ้าหากนักเรียนไม่ได้รับการกระตุ้นด้วยคำถาม นักเรียนมักจะเกิดความท้อถอย ไม่อยากหาทางแก้ปัญหาต่อไป จึงควรให้มีการกระตุ้นผู้เรียนอย่างสม่ำเสมอ

3) ผู้เรียนควรมีความรู้พื้นฐานในการใช้อุปกรณ์การทดลองต่าง ๆ

ความรู้พื้นฐานของการเลือกเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนต้องคำนึงถึงเหตุผลสำคัญ 3 ประการ คือ คุณสมบัติของเครื่องมือ วิธีใช้ และความปลอดภัย ซึ่งเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์มีไว้ช่วยสนับสนุนให้การทดลองมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลที่สูงขึ้น ซึ่งเมื่อนักเรียนรู้จักเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์นักเรียนจะสามารถเลือกเครื่องมือให้เหมาะกับการทดลองของตนเอง เช่น นักเรียนกลุ่มหนึ่งเลือกจานเพาะเชื้อแบบแก้วใส่สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์วางไว้ข้างต้นพืชที่อยู่ในถุง ซึ่งนักเรียนให้ความเห็นว่าที่เขาเลือกใช้เครื่องมือชนิดนี้ เนื่องจากขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของจานกว้างจะช่วยให้เกิดปฏิกิริยากับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ได้ง่ายขึ้น และจานเพาะเชื้อต้องเป็นแบบแก้ว เพื่อไม่ให้สารเคมีที่ใส่ลงไปทำปฏิกิริยากับภาชนะที่ใส่ และบางกลุ่มเลือกใช้บีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร ซึ่งนักเรียนกลุ่มนี้ให้ความเห็นว่าที่เขาเลือกใช้ บีกเกอร์ เนื่องจากขณะที่เคลื่อนย้ายต้นพืชสารละลายดังกล่าวอาจจะหก ทำให้ผลการทดลองผิดพลาดได้ ดังนั้น การที่

Ref. code: 25635919030063XHM

นักเรียนเลือกใช้อุปกรณ์แต่ละชนิดพวกเขาย่อมต้องคำนึงถึงคุณสมบัติที่แตกต่างกันของเครื่องมือ และต้องเลือกใช้ให้เหมาะสม เมื่อนักเรียนรู้คุณสมบัติของเครื่องมือแล้ว นักเรียนต้องรู้วิธีใช้เครื่องมือ เพื่อให้เครื่องมือนั้นช่วยสนับสนุนการทำการทดลอง และก่อให้เกิดความปลอดภัยในการใช้ด้วย เช่น ในคาบเรียนที่ 3 ที่ต้องทำการทดลองเรื่อง การทดสอบแป้งในใบพืช นักเรียนต้องใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์ แต่ตะเกียงแอลกอฮอล์ของนักเรียนกลุ่มหนึ่งไม่ได้ใช้นานทำให้ไส้เทียนแห้ง พวกเขาจุดตะเกียงไม่ติด ครูจึงเข้าไปช่วยดูและให้คำแนะนำ โดยการใช้คำถามให้นักเรียนคิด “นักเรียนคิดว่าตะเกียงแอลกอฮอล์มีอะไรเป็นเชื้อเพลิง” นักเรียนช่วยกันตอบว่า “แอลกอฮอล์” แล้วครูจึงถามต่อว่า “ทำอย่างไรจึงจะทำให้ไส้เทียนมีเชื้อเพลิง” นักเรียนคิดอยู่สักครู่แล้วตอบว่า “ไส้เทียนต้องมีแอลกอฮอล์เป็นเชื้อเพลิง” แล้วพวกเขาก็นำไส้เทียนจุ่มลงไปในแอลกอฮอล์ เป็นต้น สำหรับเรื่องการใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์นั้น เมื่อนักเรียนกลุ่มหนึ่งต้องจุดตะเกียงหลายครั้ง พวกเขาใช้วิธีนำเทียนไขมาเป็นตัวช่วยพาไฟจากตะเกียงของเพื่อนกลุ่มอื่นไปจุดที่ตะเกียงของเขา ซึ่งถ้านักเรียนใช้การเอียงตะเกียงเพื่อจุดไฟจะทำให้แอลกอฮอล์ไหลออกมา อาจทำให้เกิดไฟไหม้ได้ สุดท้ายความปลอดภัย ถือเป็นสิ่งสำคัญของกระบวนการทำกิจกรรมทุกกิจกรรม กล่าวคือ ขณะที่ต้องการดับตะเกียงแอลกอฮอล์ผู้ทดลองต้องนำฝาของตะเกียงคลอบลงไปบนเปลวไฟ โดยต้องเอียงฝาประมาณ 45 องศา เพื่อไม่ให้เปลวไฟโดนมือของผู้ทดลอง เป็นต้น ดังนั้น หากนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในการใช้อุปกรณ์การทดลอง จะทำให้การทดลองสำเร็จและค้นหาคำตอบตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.2.3 สิ่งที่ครูผู้สอนควรมีในการจัดการเรียนรู้

1) การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาและกระบวนการจัดการเรียนรู้

การศึกษาข้อมูลต่าง ๆ เป็นสิ่งสำคัญสำหรับครูผู้สอน คือ เนื้อหาของเรื่องที่นำมาสอน และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ กล่าวคือ เนื้อหาของเรื่องที่นำมาสอนนั้นผู้สอนต้องมีความแม่นยำในเนื้อหาด้วยการศึกษาหาความรู้จากตำรา อินเตอร์เน็ต หรือแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ รวมทั้งศึกษาเนื้อหาที่ใกล้เคียงหรือมีความสัมพันธ์กับสิ่งที่สอน เช่น ครูสอนเรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ครูต้องเข้าใจเรื่องหน้าที่ของส่วนประกอบของพืช รวมไปถึงความรู้ที่เกี่ยวกับมนุษย์ และสัตว์ด้วย เพื่อให้ครูผู้สอนไม่เป็นผู้ที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ซึ่งการมีความรู้ที่กว้างขวาง และการมีความรู้ที่ถ่องแท้นั้นจะเป็นสิ่งที่ช่วยให้ครูผู้สอนสามารถนำมาออกแบบแผนการสอน ออกแบบกิจกรรม รวมทั้งออกแบบคำถาม เพื่อให้นักเรียนเข้าใจ เชื่อมโยง หาความสัมพันธ์กับมโนทัศน์ที่ถูกต้องที่ครูอยากให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ซึ่งในเรื่องของข้อคำถามนั้น ถ้าครูผู้สอนมีความรู้กว้างขวางในเรื่องที่เกี่ยวกับสิ่งที่ตนเองสอนจะช่วยให้ครูผู้สอนสามารถชี้แนะให้นักเรียนมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งที่ต้องการให้นักเรียนเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น เช่น สิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่ต้องหายใจโดยใช้แก๊สออกซิเจน และนักเรียนมักเข้าใจผิดว่าพืชหายใจโดยใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ดังนั้น ครูจึงให้นักเรียนทำการทดลองปิดปากและจมูก เพื่อปิดช่องทางการหายใจแล้วให้นักเรียนสังเกตตนเองว่าเกิด

Ref. code: 25635919030063XHM

อะไรขึ้น และจากการทดลองนี้ทำให้นักเรียนเห็นว่าถ้าสิ่งมีชีวิตมีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ในร่างกายจะทำให้รู้สึกอึดอัด ปวดศีรษะ ดังนั้น สิ่งมีชีวิตจึงต้องการแก๊สออกซิเจนในการหายใจต่างหาก ซึ่งถ้าผู้สอนไม่มีความรู้ในเรื่องนี้จะไม่สามารถนำข้อมูลต่าง ๆ มาใช้เชื่อมโยง เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้นั้นผู้สอนต้องทำการศึกษาข้อมูลให้มาก เนื่องจากทฤษฎีที่เกี่ยวข้องมีหลากหลาย อีกทั้งมีนักวิจัยหลายท่านได้นำมาออกแบบการจัดการเรียนรู้หลายรูปแบบ ดังนั้น ครูผู้สอนต้องเลือกเพื่อให้เหมาะกับเนื้อหา วิชาที่ใช้สอน และวัยของผู้เรียน ซึ่งผู้วิจัยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์จาก 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญาของเพียเจต์ (Piaget, 1960) และ กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคมของไวกอทสกี (Vygotsky, 1980) เป็นพื้นฐาน และปรับปรุงจากงานวิจัยของ ธนธัญ ฝีมือสาร (2559) และ Calik et al. (2010) เป็นการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบ 4 ขั้นตอน เนื่องจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าหาความรู้ ทำการทดลองเป็นกลุ่มมีการนำเสนอความคิดเห็น และสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง อีกทั้งธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์มักต้องใช้รูปแบบกระบวนการกลุ่ม การลงมือทำด้วยตนเอง ซึ่งครูผู้สอนหลาย ๆ คน รวมทั้งตัวผู้วิจัยเองที่มักจะคิดว่าผู้เรียนในวัยนี้ (ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4) เด็กเกินกว่าที่จะคิด ทำ หรือหาความรู้ได้ด้วยตนเอง ดังนั้น ครูผู้สอนต้องให้โอกาส อาจต้องใช้เวลากับสิ่งที่ต้องรอคอยให้เกิดขึ้นกับนักเรียนนานเกินไป แต่ผลจากการทำกิจกรรมจะเป็นสิ่งที่บ่งบอกครูผู้สอนได้ว่า นักเรียนของเรา พวกเขาสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง เมื่อครูออกแบบการเรียนรู้และสร้างบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนให้เหมาะกับวัย และธรรมชาติของแต่ละวิชาด้วย

2) การทดสอบเครื่องมือล่วงหน้าการทดลอง

เครื่องมือที่ผู้วิจัยต้องทำการทดลองสอนก่อนที่จะนำมาใช้ คือ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งผู้วิจัยได้ลองนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวไปทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง พบว่า ในกิจกรรม เช่น การทดลอง เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงกับการหายใจของพืชที่ผู้วิจัยต้องบีบแก๊สในถุงดำให้พ่นลงในสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์นั้น เราต้องใช้หลอดที่มีขนาดใหญ่แบบงอได้ เพื่อให้ได้แก๊สจำนวนมากพอที่จะทำให้เห็นผลการทดลอง ขณะทำการทดลองต้องบันทึกภาพของสารละลายสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ก่อนการทดลองไว้ จากนั้นตั้งกล้องถ่ายเป็นวีดีโอ แล้วนำมาเปิดเป็นภาพช้า เพื่อให้ผู้เรียนมองเห็นความเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจนขึ้น หรือจากการทดลองในกิจกรรมต่าง ๆ ผู้วิจัยต้องเตรียมอุปกรณ์ หรือสารเคมีในครบตามจำนวนกลุ่ม สำรวจอุปกรณ์การทดลองชนิดต่าง ๆ ให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ เช่น เตรียมตะเกียงแอลกอฮอล์ แล้วต้องมีที่บังลม ตะแกรงสำหรับวางวางภาชนะ หรือกระป๋องทรายสำหรับวางไม้ขีดที่ใช้แล้ว เป็นต้น จากการนำแผนการสอนไปใช้ล่วงหน้า ทำให้ผู้วิจัยลดข้อจำกัดของ

Ref. code: 25635919030063XHM

ความผิดพลาดที่เกิดจากตัวของผู้สอน และทำให้การทดลองดำเนินไปได้ต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพสูงสุด

ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ต้องมีการเตรียมทั้งผู้เรียนและตัวผู้สอนเอง เพื่อทำให้การทำกิจกรรมสำเร็จ บรรลุตามเป้าหมาย มีประสิทธิภาพ และเกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนสูงสุด

5.3 ข้อจำกัดของงานวิจัย

งานวิจัยชิ้นนี้มุ่งเน้นการเปรียบเทียบความแตกต่างของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อประสบการณ์การเรียนรู้ เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ซึ่งพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมตั้งแต่ก่อนทำการทดลอง ทำให้อาจกล่าวได้ว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีต้นทุนในการเรียนรู้ที่สูงกว่าและอาจเรียนรู้ได้เร็วกว่ากลุ่มควบคุม ทำให้ผลการทดลองที่สรุปว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์สามารถสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้ดีกว่าการเรียนรู้แบบทั่วไปนั้นอาจคลาดเคลื่อนได้ ผู้วิจัยเล็งเห็นข้อจำกัดดังกล่าวและใช้การวิเคราะห์ทางสถิติด้วยรูปแบบการใช้สถิติทดสอบที (t-test dependent) เพื่อตรวจสอบคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องของนักเรียนก่อนทดลอง พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลอง มีคะแนนเฉลี่ยของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนเป็น 6.46 คะแนน ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนเป็น 5.16 คะแนน ดังแสดงในตารางที่ 4.12 และภาพที่ 4.1 เพื่อลดความคลาดเคลื่อนดังกล่าวในเบื้องต้น ผู้วิจัยท่านอื่นที่ต้องการนำรูปแบบการวิจัยนี้ไปใช้ควรคำนึงถึงความสามารถของผู้เรียนที่อยู่ในระดับเดียวกันเป็นสำคัญ เพื่อให้เครื่องมือที่นำมาใช้ในการวิจัยมีประสิทธิภาพสูงสุด

5.4 ข้อเสนอแนะ

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงที่ผู้วิจัยใช้ในครั้งนี้ ขอเสนอแนะไว้ 5 ประการ คือ 1) การเลือกกลุ่มตัวอย่าง 2) บทบาทของครู 3) การออกแบบและการจัดการเรียนรู้ 4) การเตรียมความพร้อมของผู้เรียน 5) การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ไปพัฒนาทักษะในการสื่อสารวิทยาศาสตร์

Ref. code: 25635919030063XHM

5.4.1 การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

การเลือกกลุ่มตัวอย่างที่นำมาใช้ในการวิจัยนั้น ผู้วิจัยต้องคำนึงถึงพื้นฐานความรู้ของผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยนักเรียนกลุ่มทดลอง และนักเรียนกลุ่มควบคุมควรมีผลสัมฤทธิ์เท่ากัน หรือใกล้เคียงกันมากที่สุด ซึ่งผู้วิจัยใช้ผลการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจากการนำค่าเฉลี่ย $(\bar{X})$ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ใกล้เคียงกันมากที่สุดมาพิจารณา แล้วคัดเลือกนักเรียนเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังจากทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนทั้ง 2 กลุ่มมีคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนไม่เท่ากัน คือ กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนอยู่ที่ 6.46 คะแนน และกลุ่มควบคุม 5.16 คะแนน นั่นหมายความว่า ผู้เรียนกลุ่มทดลองมีความรู้เบื้องต้นก่อนการทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม และเมื่อนักเรียนได้รับการเรียนรู้ที่แตกต่างกันแล้วพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นเป็น 12.58 คะแนน ส่วนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นเป็น 9.22 คะแนน จะเห็นได้ว่านักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมต่างมีคะแนนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น อย่างไรก็ตามนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนก่อนเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม ซึ่งหลังจากที่นักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ได้รับการจัดการเรียนรู้ครบตามจำนวนคาบเรียนแล้ว นักเรียนทั้งสองกลุ่มต่างมีคะแนนหลังเรียนสูงขึ้น นั่นหมายความว่า รูปแบบการสอนทั้ง 2 แบบ สามารถพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้เช่นเดียวกัน แต่นักเรียนกลุ่มทดลองอาจมีองค์ความรู้เดิมมากกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม ดังนั้น การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างนั้นแม้ว่าเบื้องต้นของการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจะมีความรู้เริ่มต้นใกล้เคียงกันแล้ว แต่เมื่อมาทดสอบก่อนเรียนนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มกลับมีคะแนนเริ่มต้นห่างกันพอสมควร ผู้วิจัยจึงต้องคำนึงถึงคะแนนก่อนเรียนจากแบบวัดที่นำมาใช้ด้วย นั่นหมายความว่า ผู้เรียนอาจมีองค์ความรู้เดิมที่แตกต่างกันตั้งแต่เริ่มต้นการทดลอง นั่นเอง

5.4.2 บทบาทของครูผู้สอน

บทบาทของครูผู้สอนถือว่ามีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากกระบวนการเรียนรู้ที่ออกแบบมาแล้วนั้นจะสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่ ขึ้นอยู่กับ 3 ปัจจัย ได้แก่ การทำความเข้าใจในรูปแบบของการจัดการเรียนรู้ การเตรียมเนื้อหาการเรียนรู้ และทักษะของครู

1) การทำความเข้าใจในรูปแบบของการจัดการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์นั้น แบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Pre-exiting ideas) ขั้นเน้นมโนทัศน์เป้าหมาย (Focusing on the target concept) ขั้นท้าทายความคิด (Challenging students' ideas) และขั้นการประยุกต์ความรู้ (Applying newly constructed ideas to similar

Ref. code: 25635919030063XHM

situation) ซึ่งแต่ละขั้นตอนจะมีลักษณะที่แตกต่างกัน การเรียนรู้จะเริ่มจากการดึงประสบการณ์เดิมของผู้เรียนมาเชื่อมโยงกับประสบการณ์ใหม่ที่ครูผู้สอนต้องการให้ผู้เรียนได้รู้และเข้าใจ แต่แฝงไว้ด้วยการสร้างให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยใคร่รู้ ดังนั้น ในขั้นตรวจสอบความรู้เดิมนั้น ข้อคำถามที่ครูเลือกใช้ควรเริ่มจากการใช้คำถามง่าย ๆ ใกล้ตัวของผู้เรียน แล้วจึงเริ่มจุดประเด็นให้ผู้เรียนได้ค้นหาคำตอบต่อไป ส่วนขั้นมโนทัศน์เป้าหมายนั้น ครูผู้สอนต้องปล่อยให้ผู้เรียนได้ลองคิด ลองตัดสินใจกันภายในกลุ่มอย่างอิสระ ครูผู้สอนจะเป็นเพียงผู้ช่วย หรือเป็นโค้ชที่คอยดูอยู่ห่าง ๆ แต่ถ้าหากนักเรียนต้องการความช่วยเหลือ หรือครูผู้สอนสังเกตได้ว่า เกิดปัญหากับนักเรียนกลุ่มใด ครูจึงค่อยเข้าไปช่วยเหลือ สำหรับขั้นตอนที่ 3 คือ ขั้นท้าทายความคิดนี้จะเป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนจะได้เห็นความรู้ความเข้าใจที่เกิดขึ้นของผู้เรียน นั่นคือ ผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องหรือไม่ ซึ่งในขั้นตอนนี้จะเป็นขั้นที่ครูผู้สอนและเพื่อนในชั้นเรียนจะร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของมโนทัศน์ และช่วยปรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้ถูกต้องจากการอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน และในขั้นตอนสุดท้าย คือ ขั้นการประยุกต์ความรู้นี้จะช่วยให้ผู้เรียนได้ลองใช้ความรู้ที่ตนเองสร้างที่เรียกว่า “องค์ความรู้” มาใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดขึ้นมาได้

2) การเตรียมเนื้อหาการเรียนรู้ ครูผู้สอนต้องเตรียมเนื้อหาการเรียนรู้ให้ตรงกับมาตรฐานตัวชี้วัด และจุดประสงค์การเรียนรู้ และเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน ซึ่งเนื้อหาที่นำมาให้นักเรียนใช้นั้นต้องไม่ยากและง่ายจนเกินไป เนื้อหาที่นำมาให้นักเรียนศึกษานั้นควรเริ่มจากสิ่งที่เป็นพื้นฐานที่นักเรียนควรรู้ก่อนที่จะทำกิจกรรม เช่น ครูต้องเตรียมใบความรู้ เพื่อเป็นเหมือนแผนที่ช่วยนำทางความคิดของนักเรียนไม่ให้หลงออกนอกเส้นทางที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน นอกจากนั้น การที่ครูผู้สอนศึกษาเกี่ยวกับเรื่องที่ตนเองจะสอน แล้วจะช่วยให้ครูผู้สอนสามารถนำไปใช้ออกแบบการสอนให้ตรงตามลำดับขั้นของกระบวนการเรียนรู้ และเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน

3) ทักษะของครู ทักษะที่จะช่วยให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากที่สุด ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าและต้องมีสติ กล่าวคือ ครูผู้สอนจำเป็นต้องมีทักษะการสังเกต เนื่องจากขณะที่นักเรียนทำกิจกรรม ครูผู้สอนต้องคอยสังเกตว่ามีนักเรียนกลุ่มใดบ้างที่ไม่สามารถทำกิจกรรมต่อไปได้ ซึ่งอาจเกิดจากความไม่เข้าใจในเนื้อหา หรือไม่ทราบวิธีแก้ปัญหา หาทางออกไม่ได้ หรือสังเกตว่า นักเรียนกลุ่มใดเริ่มที่จะมีความเห็นที่แตกต่าง รุนแรง ครูผู้สอนจำเป็นต้องเข้าไปช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ ห้ามปรามการทะเลาะเบาะแว้งที่อาจจะเกิดขึ้น เป็นต้น ส่วนทักษะลำดับต่อไปที่ครูผู้สอนต้องมี คือ ทักษะการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าและต้องมีสติ เพราะเมื่อมีเหตุการณ์บางอย่างเกิดขึ้นในคาบที่สอนจริง แต่ในคาบที่ทดลองสอนอาจไม่เกิด เช่น ถ้านักเรียนทำแอลกอฮอล์หกที่พื้นอาจทำให้เกิดไฟไหม้ได้ ครูต้องรีบเททรายลงไปเพื่อดับไฟ หรือนำผ้าชุบน้ำวางบริเวณที่มีไฟลุกไหม้ให้ทันท่วงที เพื่อไม่ให้เกิดอันตรายกับผู้เรียน ดังนั้น ครูผู้สอน

Ref. code: 25635919030063XHM

จำเป็นต้องเตรียมตัวทั้งทางด้านร่างกาย และจิตใจให้สามารถรับมือกับสถานการณ์ต่าง ๆ ให้ได้ทุกรูปแบบ

5.4.3 การออกแบบและการจัดการเรียนรู้

การออกแบบและการจัดการเรียนรู้นั้น ผู้วิจัยเริ่มจากการที่พบปัญหาว่าผู้เรียนมักไม่เข้าใจเนื้อหาเรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช เนื่องจากเนื้อหานี้มีความเป็นนามธรรม ทำให้นักเรียนไม่เข้าใจ หรือถ้าจำได้ก็ได้มาจากการจดจำจากสิ่งที่ครูบอก ไม่ได้เกิดจากการเรียนรู้ที่เข้าใจหรือสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งเมื่อพบปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง กลั่นกรองความคิด และเลือกรูปแบบการสอนที่จะสามารถพัฒนาผู้เรียนให้สามารถบรรลุเป้าหมายในการเรียนรู้ของพวกเขาให้ได้ ผู้วิจัยจึงเลือกรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์แบบ 4 ขั้นตอนตามแนวคิดของ ธนธัญ ฝีมือสาร (2559) และ Calik et al. (2010) เป็นฐาน จากนั้นผู้วิจัยนำเนื้อหาที่ผู้เรียนมักเข้าใจผิดมาจัดทำเป็นแผนการสอนจำนวน 3 แผน เพื่อแก้ปัญหาให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาและสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ผู้วิจัยพบว่าครูผู้สอนต้องมีความแม่นยำต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้น เช่น ในขั้นตอนที่ 2 คือ ขั้นมโนทัศน์เป้าหมาย กับขั้นตอนที่ 3 คือ ขั้นท้าทายความคิดจะมีสิ่งที่ผู้เรียนต้องทำเหมือนกันคือร่วมกันอภิปราย แต่ในขั้นตอนที่ 2 นั้น นักเรียนร่วมกันอภิปรายในกลุ่มย่อยของตนเอง และในขั้นตอนที่ 3 จึงจะเป็นขั้นตอนที่นักเรียนทั้งชั้นเรียนจะได้มาอภิปรายร่วมกัน ดังนั้น ครูผู้สอนจึงต้องศึกษาและให้ความสำคัญต่อขั้นตอนการสอนในแต่ละขั้นเป็นอย่างมาก เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้แบบเป็นลำดับขั้น นำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง

5.4.4 การเตรียมความพร้อมของผู้เรียน

นักเรียนควรมีสิ่งต่อไปนี้ก่อนการทำกิจกรรม คือ พื้นฐานของเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่จะเรียน ทักษะการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนควรรู้ภาพกว้างและจุดประสงค์การเรียนรู้ก่อนการทำกิจกรรม และครูควรให้มีการจัดกลุ่มนักเรียนไว้ล่วงหน้า เนื่องจากถ้าหากผู้เรียนไม่พร้อมที่จะเรียน ขาดทักษะบางประการ หรือขาดการเตรียมการณ์จะมีผลต่อการเรียนรู้ของพวกเขา

1) พื้นฐานของเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่จะเรียน การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เป็นเรื่องที่ต้องเรียนต่อเนื่องมาจากเนื้อหาเรื่องพืช ในหัวข้อหน้าที่และส่วนประกอบของพืช ดังนั้น ผู้วิจัยจึงต้องเลือกช่วงเวลาในการทำการทดลอง คือ ต้องให้นักเรียนได้เรียนเรื่องหน้าที่และส่วนประกอบของพืชมาก่อนเป็นเบื้องต้น มิฉะนั้น ผู้เรียนจะไม่สามารถเชื่อมโยงเนื้อหาความคิดกับเนื้อหาที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในการทดลองได้

2) ทักษะการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์นั้นผู้เรียนควรรู้จักชนิดของเครื่องมือ และวิธีการใช้เครื่องมือด้วย เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเลือกใช้เครื่องมือให้เหมาะสมกับแต่ละกิจกรรม ดังนั้น ครูผู้สอนควรให้ผู้เรียนใช้เครื่องมือการทดลองที่หลากหลาย

Ref. code: 25635919030063XHM

สอนวิธีการใช้ เปิดวีดีทัศน์แสดงวิธีการใช้และคุณสมบัติของเครื่องมือชนิดต่าง ๆ หรือให้นักเรียนค้นหาสิ่งทดแทนใกล้ตัวให้เหมาะสมกับกิจกรรมที่ทำก็ได้ เช่น นักเรียนอาจเลือกใช้แก้วพลาสติกใส่สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์แทนการใช้จานเพาะเชื้อ หรือบีกเกอร์ เป็นต้น

3) นักเรียนควรรู้ภาพกว้างและจุดประสงค์การเรียนรู้ก่อนการทำกิจกรรม ในส่วนของการแจ้งภาพกว้างและวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ครูผู้สอนต้องแจ้งก่อนที่จะทำกิจกรรม เนื่องจากการทำให้ผู้เรียนเห็นภาพกว้างและวัตถุประสงค์การเรียนรู้จะทำให้นักเรียนอยู่ในขอบเขตการเรียนรู้ หรือถ้าหากนักเรียนจะออกนอกขอบเขตบ้างก็จะไม่ออกไกลจนเกินไป และยังช่วยให้ผู้เรียนไม่เกิดการสะดุดขณะทำกิจกรรม ในขั้นตอนนี้ครูผู้สอนควรเขียนขั้นตอนการทำกิจกรรม เช่น ให้นักเรียนตั้งสมมติฐาน กำหนดตัวแปร คิดหาวิธีตรวจสอบสมมติฐาน เตรียมอุปกรณ์ ฯลฯ พร้อมระยะเวลาในการทำไว้ในที่ที่นักเรียนเห็นชัด เพื่อให้นักเรียนวางแผนการทำงานของตนเองได้

4) การจัดกลุ่มนักเรียนไว้ล่วงหน้า ครูต้องให้นักเรียนจัดกลุ่มไว้ก่อนการทำกิจกรรม เพื่อไม่ให้เป็นการเสียเวลา ครูให้นักเรียนจัดกลุ่มกันเอง โดยคำนึงถึงการคละทางความสามารถและประสิทธิภาพการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสามารถช่วยเหลือซึ่งกันและกัน มีทั้งผู้นำและผู้ตามภายในกลุ่ม เพื่อให้เกิดกระบวนการเรียนรู้จากสมาชิกภายในกลุ่ม ซึ่งถ้าหากกลุ่มนั้นมีแต่คนเก่งก็จะเกิดความขัดแย้งทางความคิดมากเกินไป หรืออาจจะทำกิจกรรมได้ดีเพียงกลุ่มเดียว ซึ่งถ้าอีกกลุ่มมีแต่คนไม่เก่งก็อาจจะไม่สามารถทำกิจกรรมได้สำเร็จ เป็นต้น

5.4.5 การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ไปพัฒนาทักษะในการสื่อสารวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ มีรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกการนำเสนอผลงาน และได้แสดงความคิดเห็น ซึ่ง 2 รูปแบบการเรียนรู้นี้เองที่ช่วยเอื้อให้ผู้เรียนมีทักษะการสื่อสารมากขึ้น กล่าวคือ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่สำคัญ แบ่งเป็น 4 ขั้นตอน โดยในขั้นตอนที่ 2 คือ ขั้นมโนทัศน์เป้าหมายนั้น เมื่อผู้เรียนทำการทดลองเสร็จแล้ว ต้องนำเสนอผลงานของกลุ่มตนเองในรูปแบบต่าง ๆ เช่น นำเสนอผลการทดลองในรูปของตาราง แผนภูมิ กราฟ หรือใช้วิธีอธิบายให้เพื่อนฟัง ซึ่งกระบวนการเหล่านี้ผู้เรียนต้องผ่านกระบวนการคิด การอภิปรายภายในกลุ่ม กลั่นกรอง หาวิธีการที่จะนำเสนอผลงานของกลุ่มตนเองให้เป็นที่น่าสนใจและเข้าใจง่าย และในขั้นตอนที่ 3 คือ ขั้นท้าทายความคิด เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนต้องมีการอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน ขั้นตอนนี้จะทำให้ผู้เรียนได้เสนอความคิดเห็นของตนต่อเพื่อนทั้งชั้นเรียน เขาต้องมีการเรียบเรียงคำพูดให้สามารถนำไปสื่อสารกับผู้อื่นให้ผู้อื่นเข้าใจสิ่งที่ตนอยากสื่อสารได้ชัดเจนขึ้น ดังนั้นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์จึงช่วยพัฒนาทักษะด้านการสื่อสารวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนได้

Ref. code: 25635919030063XHM

รายการอ้างอิง

กนกวลัย สำเร็จผล. (2561). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และเจตคติที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *รายงานการประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ และนานาชาติ*, 1(9), 266-277.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กิดานันท์ มลิทอง. (2548). *เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม*. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.

จำนงค์ ทองประเสริฐ. (2551). *ประสบการณ์-ประสพการณ์.* สืบค้นจาก http://www.thaiseoboard.com/index.php/topic,32136.0.html

จุฑารัตน์ เอื้ออำนวย. (2557). ข้อเสนอแนวทางการพัฒนานโยบายและมาตรการแก้ไขปัญหายาเสพติดในเรือนจำ. *วารสารการเมือง การบริหาร และ กฎหมาย*, *6*(1), 19-44.

ฉวีวรรณ ศรีดาวเรือง. (2562). สุขภาวะทางเพศของวัยรุ่นไทยในชนบท จังหวัดอุดรธานี: การวิจัยเชิงคุณภาพ. *Udonthani Hospital Medical Journal,* 27(1), 69-79.

ชุลีพร บุตรโคตร. (2555). ครูสอนวิทย์วิกฤติหนัก-สสวท.จี้รัฐเร่งแก้ สอนนอกห้อง-พัฒนาครู-ปรับระบบวัดผล แนะสร้างแรงจูงใจ'เว้นภาษี-ให้สิทธิพิเศษ. สืบค้นจาก https://www.tcij thai.com/news/2012/30/scoop/1054

ชุติมา หันตุลา. (2558). *การศึกษาความเข้าใจมโนมติและการเปลี่ยนแปลงมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แสงและการมองเห็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม.

ณัฐวุฒิ จันละมุด. (2554). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรูปแบบโมเดลซิปปาและการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค TGT*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, บัณฑิตวิทยาลัย, สาขาวิชาการมัธยมศึกษา.

ทิวัตถ์ มณีโชติ. (2554). *การพัฒนาสมรรถนะ ตัวชี้วัด และเครื่องมือวัดด้านการวัดและประเมินผลการศึกษาของครูระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.

ทิศนา แขมมณี. (2551). *ศาสตร์การสอนองค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ.* กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Ref. code: 25635919030063XHM

ทิศนา แขมมณี. (2556). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธนธัญ ฝีมือสาร. (2559). *ผลของกลวิธีการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ฟิสิกส์และเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะครุศาสตร์.

ธิดา ภูประทาน. (2542). *ผลของการจัดกิจกรรมความรู้ทางกายภาพตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ของเด็กวัยเตาะแตะ.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะครุศาสตร์.

นงพรรณ พิริยานุพงศ์. (2546). *คู่มือวิจัยและพัฒนา*. นนทบุรี: โครงการสวัสดิการวิชาการ สถาบันพระบรมราชชนก.

นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2543). *พรมแดนความรู้ด้านการวิจัยและสถิติ*. ชลบุรี: วิทยาลัยการบริหารรัฐกิจ มหาวิทยาลัยบูรพา.

นวลศิริ เปาโรหิต. (2545). *จิตวิทยาสังคมเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

นิภา ศรีไพโรจน์. (2531). *หลักการวิจัยเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ: ศึกษาพร.

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2543). *การวิจัย การวัดและประเมินผล.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ศรีอนันต์.

ประณีต ส่งวัฒนา. (2543). ความเหมือนและความแตกต่างในการวิจัยเชิงคุณภาพทางการพยาบาล: ปรากฏการณ์วิทยา ทฤษฎีพื้นฐาน และชาติพันธุ์วรรณา. *วารสารสภาการพยาบาล, 15* (2), 12-24.

ประดินันท์ อุปรมัย. (2540). *เอกสารการสอนชุดวิชาพื้นฐานการศึกษา หน่วยที่ 4 มนุษย์กับการเรียนรู้*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ประภัสรา โคตะขุน. (2553). รูปแบบการเรียนการสอนแบบ Inquiry Cycles (5Es). สืบค้นจาก https://sites.google.com/site/prapasara/f5

ประภัสสร สาระธนะ. (2559). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาเคมี เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยบูรพา, คณะศึกษาศาสตร์.

ปัณณ์ณัท พึ่งพิง และ อติคุณ โชติรัตนโชติ. (2561). *คู่มือครู วิทยาศาสตร์ ม. 1 เล่ม 1.* กรุงเทพฯ: ไทยร่มเกล้า จำกัด.

ปิตุพงษ์ ท่าค้อ. (2558). การพัฒนามโนมติ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียน ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับยุทธศาสตร์สแคฟโฟลดิง. *JOURNAL OF EDUCATION KHON KAEN UNIVERSITY, 38*(3), 94-104.

Ref. code: 25635919030063XHM

ผ่องพรรณ ตรัยมงคลกูล. (2543). *การวิจัยเชิงทดลองทางพฤติกรรมศาสตร์*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พงศกร สายเพ็ชร์. (8 มีนาคม 2560). *การสอนผิด ๆ ทำให้นักเรียนไทยเกลียดวิทยาศาสตร์: ห้องเรียนที่ต้องเริ่มทดลอง กับ 'ดร.โก้.* สืบค้นจาก https://thematter. co/byte/dont-hate-science-yet-learn-it-with-dr-ko/19775

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พัชรมัย นิ่มละออ. (2560). ผลการใช้แนวคิดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่มีต่อความเข้าใจมโนทัศน์ชีววิทยาของนักเรียนมัธยมศึกษา ตอนปลาย. *Online Journal of Education, 12*(2), 224-238.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2550). *ปรับเปลี่ยนวิธีเรียน เปลี่ยนวิธีสอนวิทยาศาสตร์สู่ห้องเรียนแห่งการคิด*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

มนัสสิริ อินทร์สวาท. (2559). *การเปรียบเทียบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยแบบสามระดับสำหรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ระดับความมั่นใจที่แตกต่างกัน.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะครุศาสตร์, สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา.

มาลีรัตน์ กระต่ายทอง. (2554). *ผลของการใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรักติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะครุศาสตร์.

โยธิน แสวงดี. (2541). *"การสนทนากลุ่ม" ในรวมบทความทางวิธีวิทยาการวิจัย เล่ม 2*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ราชบัณฑิตยสถาน. (2548). *พจนานุกรมศัพท์จิตวิทยา อักษร A-L*. กรุงเทพฯ: ศักดิ์โสภาการพิมพ์.

รุ่งนภา จันทร์แรม. (2554). *การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง อัตราปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 5 บนพื้นฐานของทฤษฎีสืบเสาะหาความรู้ โดยวิธี Model-Observe-Reflect-Explain (MORE).* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, คณะศิลปศาสตร์.

วนิดา สุขสมโสด. (2554). เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ เรื่องแรงและความดันความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7Es) ร่วมกับแผนผัง. *Journal of Administration and Development, Mahasarakham University,* 3(1), 89-103.

Ref. code: 25635919030063XHM

วันเพ็ญ คำเทศ. (2560). มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์: ประเภทและเครื่องมือประเมิน. *STOU Education Journal, 10*(2), 54-64.

วัลนิกา ฉลากบาง. (2535). *จิตวิทยาและการแนะแนวเด็กประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

วิจารณ์ พานิช. (2556). *การเรียนรู้เกิดขึ้นอย่างไร*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสยามกัมมาจล.

วิชัย วงษ์ใหญ่. (2537). *กระบวนการพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

วิชาญ คงธรรม. (มปป.). *Active learning และ passive learning ส่งผลต่อผู้เรียนต่างกันมาก.* สืบค้นจาก https://e-manage.mju.ac.th/openFile.aspx?id=OTE2MDM=

วิมลนันท์ ศรีภูธร. (2559). *ผลการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.* (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.

วิลัยลักษณ์ จันทะขิน. (2555). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องสารและสมบัติของสารระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนผังความคิดกับแบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น. *Journal of Humanities and Social Sciences Nakhon Phanom University, 2*(3), 57-64.

ศักดิ์ศรี สุภาษร, นุจรี สุภาษร, วรรณวไล อธิวาสน์พงศ์, และ สนธิ พลชัยยา. (2559). การพัฒนาความเข้าใจมโนมติ เรื่อง สารละลายด้วยการทดลองแบบสืบเสาะร่วมกับภาพเคลื่อนไหวระดับอนุภาคสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (Development of Conceptual Understandings on Solutions by Using Inquiry Experiments in Conjunction with Particulate...). *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้, 7*(1), 28-47.

ศิริพร นิลโคตร. (2555). *การศึกษามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเปรียบเทียบ.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ศิริพรรณ ศรีวรรณวงษ์ และ ไพโรจน์ เติมเตชาติพงศ์. (2553). ความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เมื่อใช้ยุทธศาสตร์การสอนเพื่อเปลี่ยนมโนมติ. *Journal of Education Khon Kaen University (Graduate Studies Research), 4*(5), 26-32.

สถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนากระบวนการคิดระดับสูง วิชาชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. สืบค้นจาก http://biology.ipst.ac.th/?p=688

Ref. code: 25635919030063XHM

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ระดับประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *คู่มือครูรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 1*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.

สมชาย วรกิจเกษมสกุล. (2554). *ระเบียบวิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. อุดรธานี: อักษรศิลป์การพิมพ์.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย

สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. (2532). ประสบการณ์. *จดหมายข่าวราชบัณฑิตยสถาน, 1* (10).

สิน พันธุ์พินิจ. (2547). *เทคนิคการวิจัยทางสังคมศาสตร์*. กรุงเทพฯ: วิทยพัฒน์.

สุชิน เพ็ชรักษ์. (2544). *รายงานการวิจัยเรื่องการจัดกระบวนการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญาในประเทศไทย*. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีเพื่อการศึกษาแห่งชาติ.

สุทธินี เพชรทองคำ. (2556). *ผลของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรักติวิสต์ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อความ สามารถในการคิดวิเคราะห์และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะครุศาสตร์.

สุพัตรา พรหมฤทธิ์. (2562). *ความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่องการไทเทรต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสร้างแบบจำลอง สังเกต สะท้อนความคิด อธิบาย ร่วมกับการอธิบายปรากฏการณ์ทางเคมีสามระดับ.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยทักษิณ, คณะศึกษาศาสตร์, สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และคอมพิวเตอร์.

สุมาลี ชัยเจริญ. (2545). *ทฤษฎีการออกแบบการสอนในกระบวนทัศน์ใหม่.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, คณะศึกษาศาสตร์, ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา.

สุมาลี ชัยเจริญ. (2557). *การออกแบบการสอน: หลักการทฤษฎีสู่การปฏิบัติ*. ขอนแก่น: โรงพิมพ์แอนนาออฟเซต.

Ref. code: 25635919030063XHM

สุวิภา วงษ์แสง และ อภิญญา อินไร่ขิง. (2561). *คู่มือครู วิทยาศาสตร์ ป.4 เล่ม 1*. กรุงเทพฯ: ไทยร่มเกล้า จำกัด.

เสาวนีย์ สังฆะขี, และ วรรณจรีย์ มังสิงห์. (2555). ความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภายหลังการใช้ยุทธศาสตร์การสอนเพื่อเปลี่ยนมโนมติของ Hewson & Hewson (2003). *Journal of Education Khon Kaen University (Graduate Studies Research), 6*(2), 186-195.

อาดีละห์ เจ๊ะแม. (2561). ผลของการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ที่มีต่อความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *Princess of Naradhiwas University Journal of Humanities and Social Sciences,* 5(1), 11-23.

อนุชา โสมาบุตร. (2556). *ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist Theory).* สืบค้นจาก https://teacherweekly.wordpress.com/2013/09/25/constructivist-theory

Adadan, E., & Savasci, F. (2012). An analysis of 16–17-year-old students' understanding of solution chemistry concepts using a two-tier diagnostic instrument. *International Journal of Science Education, 34*(4), 513-544.

Akilli H. G. (2008). *The effect of using computer at science and technology courses on the students reaching level, their remembrance and their attitudes towards course.* (Unpublished Master's thesis). Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, Faculty of Education.

Al-Rubayea, A. (1996). *An analysis of Saudi Arabian high school students' misconceptions about physics concepts.* (Unpublished Doctoral dissertation). Kansas State University, Manhattan, Faculty of Education.

Alzaghibi, M. A. (2010). *Instructional Design: Development, implementation and evaluation of a teaching sequence about plant nutrition in Saudi.* (Doctoral dissertation). University of Leeds, Faculty of Education.

Anderson, C. W., Sheldon, T. H., & Dubay, J. (1990). The effects of instruction on college nonmajors' conceptions of respiration and photosynthesis. *Journal of Research in Science teaching, 27*(8), 761-776.

Assael, H. (2004). *Consumer behavior: A strategic approach*. New York: Houghton Mifflin.

Ref. code: 25635919030063XHM

Aydın, Ö. (2007). *Assessing tenth grade students' difficulties about kinematics graphs by a three-tier test*. (Unpublished Master's thesis). Middle East Technical University, Ankara, Faculty of Education.

Bednar, A. K., Cunningham, D., Duffy, T. M., & Perry, J. D. (1992). Theory into practice: How do we link. *Constructivism and the technology of instruction: A conversation, 8*(1), 17-34.

Bimbola, O., & Daniel, O. I. (2010). Effect of constructivist-based teaching strategy on academic performance of students in integrated science at the junior secondary school level. *Educational Research and Reviews, 5*(7), 347-353.

Bishop, B. A. (1986). *Respiration and Photosynthesis: A Teaching Module.* Occasional Paper No. 90. East Lansing, MI: Insti- tute for Research on Teaching, Mich- igan State University.

Bonwell, C. C., & Eison, J. A. (1991). *Active Learning: Creating Excitement in the Classroom.* ASHE-ERIC Higher Education Report, Washington DC: School of Education and Human Development, George Washington University.

Bower, G. H., & Hilgard, E. R. (1981). *Theories of learning*. New York: Prentice-Hall.

Braun, V., & Clarke, V. (2012). *Thematic analysis.* In H. Cooper, P. M. Camic, D. L. Long, A. T. Panter, D. Rindskopf, & K. J. Sher (Eds.), *APA handbooks in psychology®. APA handbook of research methods in psychology, Vol. 2. Research designs: Quantitative, qualitative, neuropsychological, and biological* (pp. 57–71). American Psychological Association.

Bybee, R. W., & Landes, N. M. (1988). The science-technology-society (STS) theme in elementary school science. *Bulletin of Science, Technology & Society,* 8(6), 573-579.

Caleon, I. S., & Subramaniam, R. (2010). Do students know what they know and what they don't know? Using a four-tier diagnostic test to assess the nature of students' alternative conceptions. *Research in Science Education, 40*(3), 313-337.

Cakici, Y., & Yavuz, G. (2010). *The effect of constructivist science teaching on 4th grade students' understanding of matter.* Paper presented at the Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching.

Ref. code: 25635919030063XHM

Calik, M., Ayas, A., & Coll, R. K. (2010). Investigating the effectiveness of teaching methods based on a four-step constructivist strategy. *Journal of Science Education and Technology, 19*(1), 32-48.

Calık, M., Ayas, A., Coll, R. K., Ünal, S., & Coştu, B. (2007). Investigating the effectiveness of a constructivist-based teaching model on student understanding of the dissolution of gases in liquids. *Journal of Science Education and Technology, 16*(3), 257-270.

Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (2015). *Experimental and quasi-experimental designs for research*. Ravenio Books.

Cañal, P. (1999). Photosynthesis and'inverse respiration'in plants: an inevitable misconception? *International Journal of Science Education, 21*(4), 363-371.

Çapa, Y. (2000). An analysis of 9th grade student's misconceptions concerning photosynthesis and respiration in plants. *Yayımlanmamış Yüksek Lisans tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara*, Faculty of Education.

Çepni, S., Taş, E., & Köse, S. (2006). The effects of computer-assisted material on students' cognitive levels, misconceptions and attitudes towards science. *Computers & Education, 46*(2), 192-205.

Chang, C. Y., Yeh, T. K., & Barufaldi, J. P. (2010). The positive and negative effects of science concept tests on student conceptual understanding. *International Journal of Science Education, 32*(2), 265-282.

Cheung, D. (2009). Students' attitudes toward chemistry lessons: The interaction effect between grade level and gender. *Research in Science Education, 39*(1), 75-91.

Cronbach, L. J. (1964). Learning research and curriculum development. *Journal of Research in Science Teaching, 2*(3), 204-207.

D'Avanzo, C. (2003). Research on learning: potential for improving college ecology teaching. *Frontiers in Ecology and the Environment, 1*(10), 533-540.

Dauer, J. M., Miller, H. K., & Anderson, C. W. A. (2014). Conservation of energy: An analytical tool for student accounts of carbon-transforming processes. In *Teaching and learning of energy in K–12 education* (pp. 47-61). New York: Springer.

Ref. code: 25635919030063XHM

DeVries, R., & Kohlberg, L. (1987). *Constructivist early education: Overview and comparison with other programs.* Washington, DC: National Association for the Education of Young Children.

Dewey, J. (1986). *Experience and education.* Paper presented at the The educational forum.

Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (2014). *Making sense of secondary science: Research into children's ideas*. Routledge.

Duffy T. M., & Cunningham D. J. (1996). Constructivism: Implications for the design and delivery of instruction. In D. H. Jonassen (Ed.), *Handbook of Research for Educational Communications and Technology* (pp. 170-198). New York: Macmillan Library Reference.

Edwards, A. L. (1957). *The social desirability variable in personality assessment and research.* New York, Dryden Press.

Eryilmaz, A. (2002). Effects of conceptual assignments and conceptual change discussions on students' misconceptions and achievement regarding force and motion. *Journal of research in science teaching, 39*(10), 1001-1015.

Felder, R. M., & Brent, R. (1996). Navigating the bumpy road to student-centered instruction. *College teaching, 44*(2), 43-47.

Floor, N. (2018). *What is a learning experience?.* Retrieved from http://www.learning experiencedesign.com/index.html

Frederiksen, N., & Thurstone, L. L. (1964). *Contributions to mathematical psychology*: Holt, Rinehart and Winston.

Freedman, M. P. (1997). Relationship among laboratory instruction, attitude toward science, and achievement in science knowledge. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching, 34*(4), 343-357.

Grove, P. (2002). *Webster's third new international dictionary*. Merriam-Webster Incorporated.

Gurel, D. K., Eryılmaz, A., & McDermott, L. C. (2015). A Review and Comparison of Diagnostic Instruments to Identify Students' Misconceptions in Science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 11*(5).

Ref. code: 25635919030063XHM

Hanna, N., & Wozniak, R. (2001). *Consumer behavior: An applied approach.* Univerza v Mariboru, Ekonomsko-poslovna fakulteta.

Haslam, F., & Treagust, D. F. (1987). Diagnosing secondary students' misconceptions of photosynthesis and respiration in plants using a two-tier multiple choice instrument. *Journal of biological education, 21*(3), 203-211.

Hazel, E., & Prosser, M. (1994). First-Year University Students' Understanding of Photosynthesis, Their Study Strategies & Learning Context. *The American Biology Teacher, 56*(5), 274-279.

Hershey, D. (2004). *Avoid misconceptions when teaching about plants.* Actionbioscience. org. Retrieved from http://www.actionbioscience.org/education/hershey.html.

Hill, G. D. (1997). *Conceptual change through the use of student-generated analogies of photosynthesis and respiration by college non-science majors*. (Ph.D. Thesis). University of Georgia, Faculty of Education.

Isaac, S., & Michael, W. (1982). The semantic differential. *Isaac, S. & Michael, WB, Handbook in research and evaluation*, 144-148.

Jacobson, W. J., & Bergman, A. B. (1980). *Science for children: A book for teachers*: New York: Prentice Hall.

Janet Fletcher. (2018). *Zone of proximal development (ZPD).* Retrieved from https://www.sace.sa.edu.au/web/iea/research/assessment-insider/articles/zpd

Jia, Q. (2010). A Brief Study on the Implication of Constructivism Teaching Theory on Classroom Teaching Reform in Basic Education. *International Education Studies, 3*(2), 197-199.

Jin, H., Zhan, L., & Anderson, C. W. (2013). Developing a fine-grained learning progression framework for carbon-transforming processes. *International Journal of Science Education, 35*(10), 1663-1697.

Kaltakçı, D. (2012). Development and application of a four-tier test to assess pre-service physics teachers' misconceptions about geometrical optics. *Research in Science and Technological Education 35*(4):1-23.

Karplus, R., & Thier, H. D. (1967). *A new look at elementary school science: Science curriculum improvement study*: Rand McNally.

Ref. code: 25635919030063XHM

Keleş, E., & Kefeli, P. (2010). Determination of student misconceptions in "photosynthesis and respiration" unit and correcting them with the help of CAI material. *Procedia-Social and Behavioral Sciences, 2*(2), 3111-3118.

Kerlinger, F. (1986). *Foundations of behavioral research* (3rd ed). New York: Holt. Rinehart & Winston.

Kim, J. S. (2005). The Effects of a Constructivist Teaching Approach on Student. Academic Achievement, Self-concept, and Learning Strategies. *Asia Pacific Education Review, 6*(1), 7 – 19.

Kimble, G. A. (1964). *Conditioning and learning.* London: Methuen.

Knuth, R. A., & Cunningham, D. J. (1993). Tools for constructivism. In *Designing environments for constructive learning* (pp. 163-188). Springer.

Kolb, A. Y., & Kolb, D. A. (2009). Experiential learning theory: A dynamic, holistic approach to management learning, education and development. *The SAGE handbook of management learning, education and development,* 42, 68.

Köse, S. (2004). *Effectiveness of conceptual change texts accompanied with concept mapping instructions on overcoming prospective science teachers' misconceptions of photosynthesis and respiration in plants.* (Published Ph.D.). Karadeniz Technical University, Institute of Natural and Applied Sciences, Trabzon.

Köse, S. (2008). Diagnosing student misconceptions: Using drawings as a research method. *World Applied Sciences Journal, 3*(2), 283-293.

Kurt, S., & Ayas, A. (2012). Improving students' understanding and explaining real life problems on concepts of reaction rate by using a four step constructivist approach. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies, 4*(2), 979-992.

Lutz, R. J. (1991). The role of attitude theory in marketing. *Perspectives in consumer behavior*.

Marmaroti, P., & Galanopoulou, D. (2006). Pupils' understanding of photosynthesis: A questionnaire for the simultaneous assessment of all aspects. *International Journal of Science Education, 28*(4), 383-403.

Ref. code: 25635919030063XHM

Merriam, S. B. (1998). *Qualitative Research and Case Study Applications in Education. Revised and Expanded from Case Study Research in Education.* ERIC.

Métioui, A., Matoussi, F., & Trudel, L. (2016). The teaching of photosynthesis in secondary school: a history of the science approach. *Journal of Biological Education, 50*(3), 275-289.

Meyers, C., & Jones, T. B. (1993). *Promoting Active Learning. Strategies for the College Classroom.* ERIC.

Näs, H. (2010). *Teaching photosynthesis in a compulsory school context: Students' reasoning, understanding and interactions.* Umeå universitet, Institutionen för naturvetenskapernas och matematikens.

Osborne, R., & Freyberg, P. (1985). *Learning in Science. The Implications of Children's Science*. Auckland Heinemann.

Özay, E., & Öztaş, H. (2003). Secondary students' interpretations of photosynthesis and plant nutrition. *Journal of Biological Education, 37*(2), 68-70.

Parker, V., & Gerber, B. (2000). Effects of a science intervention program on middle-grade student achievement and attitudes. *School Science and Mathematics, 100*(5), 236-242.

Peşman, H., & Eryılmaz, A. (2010). Development of a three-tier test to assess misconceptions about simple electric circuits. *The Journal of educational research, 103*(3), 208-222.

Piaget, J. (1960). *The Moral Judgment of the Child*. Illinoid: The Free Pree.

Rollnick, M., & Mahooana, P. (1999). A quick and effective way of diagnosing student Difficulties: two tier from simple multiple choice questions in Yasin, K.(2005). Diagnosis of eleventh grade Misconception about Geometric Optics by a Three-tier test. *Middle East Technical University*.

Rovinelli, R. J., & Hambleton, R. K. (1976). On the use of content specialists in the assessment of criterion-referenced test item validity. *Dutch Journal for Educational Research.*

Rumelhart, D. E. (1981). *Understanding understanding.* San Diego: Center for Human Information Processing, University of California.

Schiffman, L., & Kanuk, L. (2007). *Consumer behavior* (9th ed.). USA.

Ref. code: 25635919030063XHM

Shaffer, D. R. (1999). *Developmental psychology: childhood and adolescence*. Pacific Grove, CA: Brooks. In: Cole Publishing Company.

Shrigley, R. L., & Koballa Jr, T. R. (1984). Attitude measurement: Judging the emotional intensity of likert‐type science attitude statements. *Journal of Research in Science Teaching, 21*(2), 111-118.

Skribe Dimec, D., & Strgar, J. (2017). Scientific conceptions of photosynthesis among primary school pupils and student teachers of biology. *CEPS Journal, 7*(1), 49-68.

Songer, C. J., & Mintzes, J. J. (1994). Understanding cellular respiration: An analysis of conceptual change in college biology. *Journal of Research in Science Teaching, 31*(6), 621-637.

Sund, R. B., & Trowbridge, L. W. (1973). *Teaching science by inquiry in the secondary school*. Merrill Publishing Company.

Sutherland, S. (1992). *Irrationality: The enemy within*. Constable and Company.

Tamir, P. (1989). Some issues related to the use of justifications to multiple-choice answers. *Journal of Biological Education, 23*(4), 285-292.

Taşlıdere, E. (2013). Effect of conceptual change oriented instruction on students' conceptual understanding and decreasing their misconceptions in DC electric circuits. *Creative Education, 4*(04), 273.

Tekkaya, C., & Balcı, S. (2003). Determination of students' misconceptions concerning photosynthesis and respiration in plants. *Hacettepe Univ. J. Educ, 24*, 101-107.

Tlala, B. M. (2011). *Investigating grade 10 learners' achievements in photosynthesis using conceptual chance model.* University of Limpopo (Turfloop Campus).

Tongchai, A., Sharma, M. D., Johnston, I. D., Arayathanitkul, K., & Soankwan, C. (2009). Developing, evaluating and demonstrating the use of a conceptual survey in mechanical waves. *International Journal of Science Education, 31*(18), 2437-2457.

Tongchai, A., Sharma, M. D., Johnston, I. D., Arayathanitkul, K., & Soankwan, C. (2009). Developing, evaluating and demonstrating the use of a conceptual survey in mechanical waves. *International Journal of Science Education, 31*(18), 2437-2457.

Ref. code: 25635919030063XHM

Uzuntiryaki, E., Bilgin, I., & Geban, O. (2003). *The Effect of Learning Styles on High School Students' Achievement and Attitudes in Chemistry.* Retrieved from https://www.semanticscholar.org/paper/The-Effect-of-Learning-Styles-on-High-School-and-in-Uzuntiryaki-Bilgin/59b9173a2c7a6a5b323b1cb5013b2958766b38b6

Van, D., & Deobold, O. (1979). *Understanding educational research*. New York: Mc-Graw-Hill.

Vygotsky, L. S. (1980). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard university press.

Wandersee, J. (1983). Students' misconceptions about photosynthesis: A across-age study. *Proceedings of the International Seminor on Misconception in Sclence and Mathematics*, 459-484.

Weston, M., Haudek, K. C., Prevost, L., Urban-Lurain, M., & Merrill, J. (2015). Examining the impact of question surface features on students' answers to constructed-response questions on photosynthesis. *CBE—Life Sciences Education, 14*(2), ar19.

Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of child psychology and psychiatry, 17*(2), 89-100.

Yager, R. E. (1991). The constructivist learning model. *The science teacher, 58*(6), 52.

Yahoo รู้รอบ. (2553). *ข้อแตกต่างของ ประสบการณ์กับความรู้.* สืบค้นจาก https://th.answers.yahoo.com/question/index?qid=200907250 74210AAUgcNh

Ref. code: 25635919030063XHM

ภาคผนวก

Ref. code: 25635919030063XHM

ภาคผนวก ก
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชลิดา จูงพันธ์
   อาจารย์ประจำคณะวิทยาการเรียนรู้และศึกษาศาสตร์
2. อาจารย์ ดร.หนึ่งฤทัย คณานนท์
   อาจารย์โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
3. อาจารย์ ดร.วิไลวรรณ เทียนประนมกร
   รองผู้อำนวยการโรงเรียนแย้มจาดวิชชานุสรณ์
4. อาจารย์ วราลักษณ์ ไชยรัตน์
   หัวหน้าฝ่ายวิชาการ (ประถมศึกษา)
   โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย

Ref. code: 25635919030063XHM

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

2. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

Ref. code: 25635919030063XHM

แผนการจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist lesson plan)

เรื่อง ปัจจัยสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายวิชา วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

เวลา 2 คาบ ผู้สอน นางสาวอุษณีย์ เตรียมเชิดติวงศ์

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน

1. กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงต้องการแก๊สออกซิเจนและน้ำเป็นวัตถุดิบในการสร้างอาหาร
2. การสังเคราะห์ด้วยแสงสามารถเกิดขึ้นได้ โดยไม่ต้องใช้น้ำ
3. พืชดูดน้ำทางใบ เพื่อใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

1. กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงต้องการแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำเป็นวัตถุดิบในการสร้างอาหาร
2. กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง คือ กระบวนการสร้างอาหารของพืชที่ต้องใช้สารอินทรีย์ได้แก่ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำ และมีคลอโรฟิลล์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานเคมี ได้น้ำตาลซึ่งเป็นสารอินทรีย์เป็นผลิตภัณฑ์ และมีไอน้ำกับแก๊สออกซิเจนเป็นผลพลอยได้
3. พืชดูดน้ำทางรากด้วยกระบวนการออสโมซิส ซึ่งเป็นการแพร่ของน้ำผ่านเยื่อเลือกผ่านแล้วน้ำจะถูกส่งไปที่ใบ เพื่อใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

สาระสำคัญ

ปัจจัยสำคัญที่พืชใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ได้แก่ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ แสง และคลอโรฟิลล์

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบหน่วยการเรียนรู้นี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. บอกวัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
2. เข้าใจว่ากระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นกระบวนการสร้างอาหารของพืช
3. แยกประเภทของวัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์ และผลพลอยได้ของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้

Ref. code: 25635919030063XHM

4. ปฏิบัติกิจกรรมเพื่ออธิบายความสำคัญของปัจจัยในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชได้
5. ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย

สาระการเรียนรู้

กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง หมายถึง กระบวนการสร้างอาหารของพืชที่พืชใช้สารสีเขียวที่เรียกว่า คลอโรฟิลล์ เพื่อดูดกลืนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานเคมี โดยใช้เปลี่ยนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่รับเข้ามาทางปากใบของพืชกับน้ำที่ถูกดูดเข้ามาทางราก ซึ่งเป็นวัตถุดิบในการสร้างอาหารให้เป็นน้ำตาลกลูโคส และเมื่อพืชนำไปใช้เป็นพลังงานแล้วไม่หมดจะเหลือเก็บสะสมไว้ในรูปของแป้ง นอกจากนั้น กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงนี้ ยังให้แก๊สออกซิเจนกับไอน้ำที่เป็นผลพลอยได้อีกด้วย

ปัจจัยในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช หมายถึง ปัจจัยสำคัญที่พืชจำเป็นต้องนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ได้แก่

1. แสง เป็นพลังงานที่พืชใช้ โดยคลอโรฟิลล์จะดูดกลืนแสงและเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมี
2. คลอโรฟิลล์ เป็นสารสีเขียว พบได้ส่วนใหญ่ในบริเวณพืชที่มีสีเขียว มีหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานเคมี
3. น้ำ ถูกออสโมซิสเข้ามาทางรากพืชเพื่อเป็นวัตถุดิบในกระบวนการสร้างอาหาร
4. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ถูกดูดเข้ามาทางปากใบของพืช เพื่อเป็นวัตถุดิบในกระบวนการสร้างอาหาร

สื่อการเรียนรู้

1. แผ่นภาพแสดงปริมาณแก๊สชนิดต่าง ๆ ที่มีอยู่ในอากาศ
2. ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง ปัจจัยสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
3. ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
4. ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ตรวจสอบอาหารของพืช
5. อุปกรณ์การทดลอง ได้แก่ 1) ต้นไม้ 2 กระถาง 2) สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 3) ถุงพลาสติกใส 4) หลอดทดลองทนไฟ 5) บีกเกอร์ 6) จานรองกระถาง 7) หลอดหยด 8) ไม้ขีดไฟ 9) ตะเกียงแอลกอฮอล์ 10) ที่กั้นลมพร้อมตะแกรงลวด 11) เอทิลแอลกอฮอล์ 95% 12) สารละลายไอโอดีน
6. แหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น หนังสือพิมพ์ สารานุกรมวิทยาศาสตร์ ห้องกิจกรรมวิทยาศาสตร์ รายการวิทยาศาสตร์ที่ผ่านสื่อโทรทัศน์ หรืออินเทอร์เน็ต

Ref. code: 25635919030063XHM

กิจกรรมการเรียนรู้

คาบที่ 1

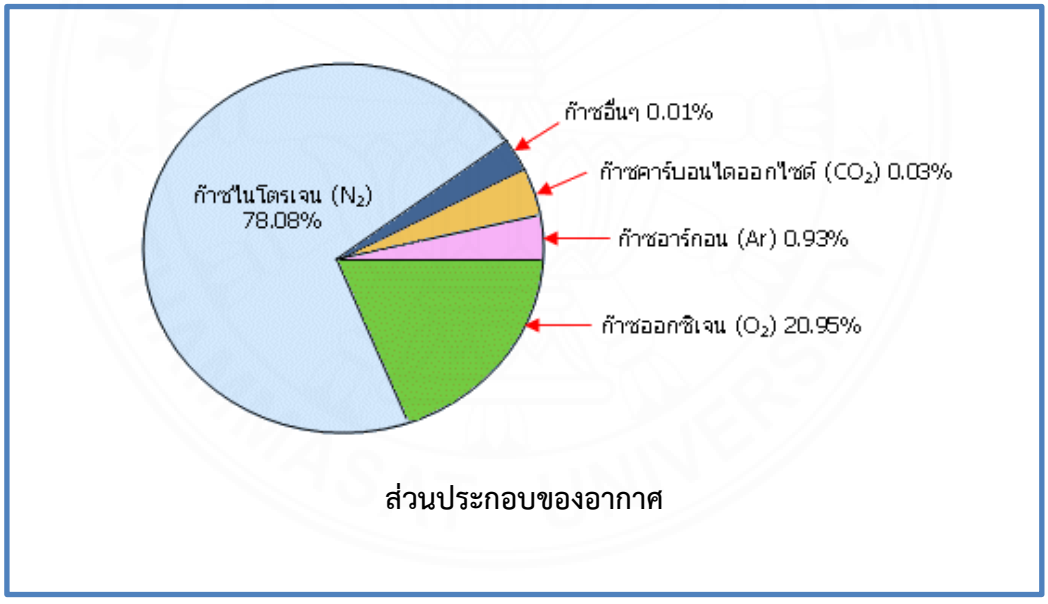
ขั้นตอนที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Eliciting students' pre-existing ideas) (10 นาที)

บทบาทครู :

- นำภาพปริมาณแก๊สชนิดต่าง ๆ ในอากาศให้นักเรียนดู และถามคำถาม
- เตรียมสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ใส่แก้ว 2 ใบ
- กระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลของการเกิดตะกอนขุ่นในสารละลายโพแทสเซียม-ไฮดรอกไซด์
- แจ้งเกี่ยวกับบทเรียนในคาบเรียนนี้

การดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอนที่ 1

1. ครูฉายแผ่นภาพแสดงปริมาณแก๊สชนิดต่าง ๆ ที่มีอยู่ในอากาศให้นักเรียนดู



ที่มา : https://www.kroobannok.com/news_file/p81315872205.pdf

แล้วถามคำถามนักเรียน ดังนี้

- จากภาพนักเรียนรู้จักแก๊สชนิดใดบ้าง **(แก๊สออกซิเจน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ฯลฯ)**
- นักเรียนคิดว่าเราหายใจโดยใช้แก๊สชนิดใด **(แก๊สออกซิเจน)**
- นักเรียนคิดว่าเราหายใจออกจะได้แก๊สชนิดใด **(แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์)**
- นักเรียนคิดว่าพืชต้องหายใจหรือไม่ **(พืชต้องหายใจ)**

Ref. code: 25635919030063XHM

- แก๊สที่พืชใช้หายใจ คือ แก๊สใด **(แก๊สออกซิเจน)**
- พืชใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์หรือไม่ **(ใช้)**
- พืชใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ทำอะไร **(สร้างอาหาร)**
- ถ้าไม่มีพืชแล้วแก๊สใดจะมีปริมาณเพิ่มขึ้น หรือจะมีแก๊สชนิดใดลดลงบ้าง เพราะอะไร **(แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น และปริมาณแก๊สออกซิเจนจะลดลง เพราะไม่มีพืชช่วยผลิตแก๊สออกซิเจน)**

2. นำสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์มา 2 แก้ว เขียนฉลากไว้ที่แก้วเป็น A และ B ตามลำดับ จากนั้นให้นักเรียน 1 คนออกมาเป่าลมผ่านหลอดเข้าไปในแก้ว A สังเกตการเปลี่ยนแปลงเปรียบเทียบกับแก้ว B **(พบว่าแก้ว A ที่เป่าลมเข้าไปจะมีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ทำปฏิกิริยากับสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์แล้วจะได้ตะกอนขุ่น)**

3. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้มองเห็นความสัมพันธ์ว่าสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์จะทำปฏิกิริยากับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์แล้วเกิดตะกอน

4. ครูชี้แจงนักเรียนว่าคาบนี้จะมาศึกษา เรื่อง แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นเน้นมโนทัศน์เป้าหมาย (Focusing on the target concept) (40 นาที)

บทบาทครู :

- ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม
- ให้นักเรียนสืบค้นความสำคัญของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
- แจกใบความรู้ เรื่อง ปัจจัยสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
- ให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อแก้ปัญหา “แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มีความสำคัญต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงอย่างไร”

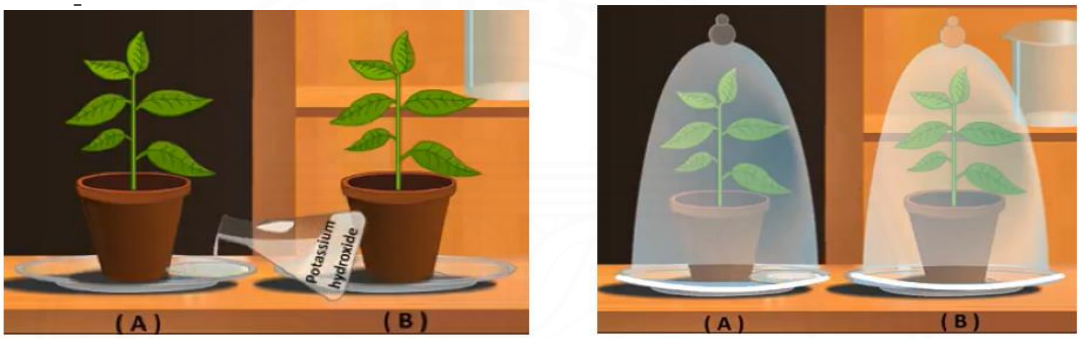
การดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอนที่ 2

1. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 5 คน แบบคละความสามารถ
2. ให้นักเรียนช่วยกันสืบค้นว่าแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่พืชใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงสร้างขึ้นมาจากที่ใดบ้าง โดยสืบค้นจากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น หนังสือพิมพ์ สารานุกรม วิทยาศาสตร์ ห้องกิจกรรมวิทยาศาสตร์ รายการวิทยาศาสตร์ที่ผ่านสื่อโทรทัศน์ หรืออินเทอร์เน็ต (*** ให้นักเรียนค้นคว้ามาล่วงหน้าก่อนนำมาอภิปราย)
3. ให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 1 แล้วให้นักเรียนร่วมกันสนทนาในกลุ่มของตนเอง

Ref. code: 25635919030063XHM

4. ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม โดยทำการทดลอง เรื่อง แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ดังนี้

- ให้นักเรียนทำการทดลอง โดยเตรียมพืช 2 กระถาง
- กระถาง A ใส่สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ครอบด้วยแก้ว หรือถุงพลาสติกใส
- กระถาง B ครอบด้วยแก้ว หรือถุงพลาสติกใสเท่านั้น
- นำพืชทั้ง 2 กระถางไปไว้ในห้องมืด 1 วัน จากนั้นนำพืชทั้ง 2 กระถาง ไปตั้งรับแสงอาทิตย์เป็นเวลา 2 – 3 ชั่วโมง



ภาพแสดง : การทดลองเพื่อตรวจสอบว่าแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชอย่างไร

คาบที่ 2

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นเน้นมโนทัศน์เป้าหมาย (ต่อ) (30 นาที)

บทบาทครู :

1. ครูกระตุ้นโดยใช้คำถามนำ เพื่อให้นักเรียนทบทวนความรู้เดิมจากการเรียนในคาบเรียนที่ผ่านมาเล็กน้อย ดังนี้

- คาบเรียนที่ผ่านมานักเรียนทำอะไร (ทำการทดลอง โดยนำพืช 2 กระถาง คือ กระถาง A ใส่สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ครอบด้วยแก้ว หรือถุงพลาสติกใส ส่วนกระถาง B ครอบด้วยแก้ว หรือถุงพลาสติกใสเท่านั้น แล้วนำไปไว้ในห้องมืด 1 วัน จากนั้นนำพืชทั้ง 2 กระถาง ไปตั้งรับแสงอาทิตย์เป็นเวลา 2 – 3 ชั่วโมง)
- เหตุใดนักเรียนจึงใช้สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์กับพืชกระถาง A (เพื่อให้พืชกระถาง A ดูดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์ด้วยแสงออกไป ทำให้เมื่อเรานำพืชไปรับแสงจึงไม่เกิดการสร้างอาหารขึ้น)

2. ให้นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบอาหารในพืช ทำในใบกิจกรรมที่ 1

Ref. code: 25635919030063XHM

3. ครูดูแล แนะนำ ให้ความช่วยเหลือนักเรียนขณะทำการทดลอง เรื่อง ตรวจสอบอาหารในพืช

4. หลังจากการทดลองให้นักเรียนบันทึกและอภิปรายผลการทดลองลงในใบกิจกรรมที่ 1

5. ให้นักเรียนเตรียมนำเสนอผลการทดลอง อภิปรายผลการทดลองในกลุ่มย่อย และเตรียมอภิปรายผลการทดลองกับสมาชิกในห้องเรียนต่อไป

การดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอนที่ 2 (ต่อ)

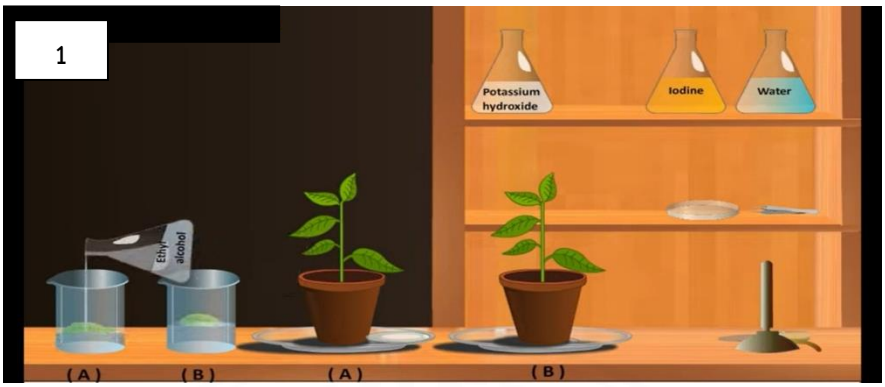
1. นักเรียนสืบค้นวิธีการตรวจสอบแป้งในพืชจากหนังสือเรียน หรือในอินเตอร์เน็ต พร้อมเขียนขั้นตอนการทดลองลงในใบกิจกรรมที่ 1

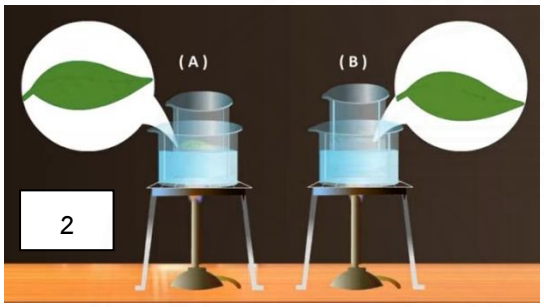
2. จากนั้นให้นักเรียนนำพืชทั้ง 2 กระถาง ที่ทำการทดลองโดยใช้สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ดูดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์แล้ว ให้นักเรียนตรวจสอบแป้งที่มีอยู่ในใบไม้ของพืชทั้ง 2 กระถาง

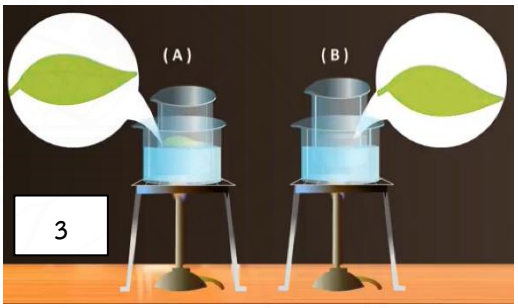
3. ขั้นตอนการทดลองของนักเรียนที่คาดว่าจะเกิดขึ้น เป็นดังนี้

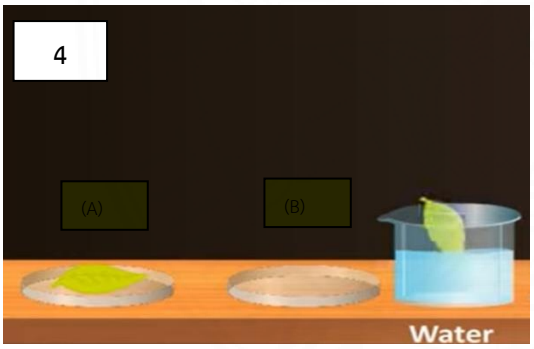
- นำใบพืชจากกระถาง A และ B กระถางละ 1 ใบ ไปต้มในน้ำเดือด 2 นาที
- สกัดคลอโรฟิลล์ด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ 5 นาที
- ล้างเอทิลแอลกอฮอล์ออกด้วยน้ำสะอาด
- หยดสารละลายไอโอดีนลงบนใบพืช สังเกตการเปลี่ยนแปลง

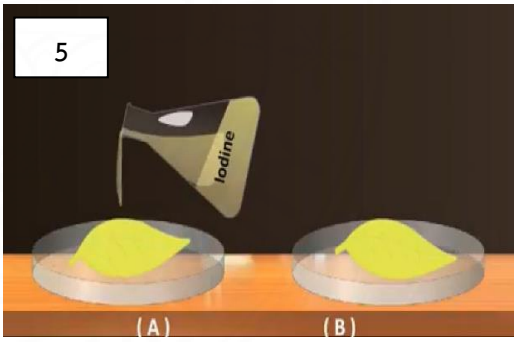
Ref. code: 25635919030063XHM











ภาพแสดงขั้นตอนการตรวจสอบแป้งในใบพืช (ครูคาดการณ์ว่านักเรียนจะเขียนวิธีการทดลองแบบนี้)

4. หลังจากทำการทดลองแล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม เตรียมนำเสนอข้อมูลที่ได้จากสังเกตและมาร่วมกันอภิปรายในประเด็นต่อไปนี้ พร้อมทั้งบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 1

- ลักษณะของใบพืชจากทั้ง 2 กระถาง **(ลักษณะภายนอกของพืชไม่แตกต่างกัน)**
- หลังจากสกัดคลอโรฟิลล์ออกจากใบพืช และหยดสารละลายไอโอดีนลงไปแล้วเกิดการเปลี่ยนแปลงกับใบไม้ทั้ง 2 กระถางอย่างไร **(กระถาง A ที่มีสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ สีของสารละลายไอโอดีนไม่เปลี่ยนแปลง ส่วนใบไม้ในกระถาง B เมื่อหยดด้วยสารละลายไอโอดีนแล้วเปลี่ยนเป็นสีม่วงแกมน้ำเงิน)**

Ref. code: 25635919030063XHM

- นักเรียนคิดว่าทำไมจึงได้ผลการทดลองเป็นแบบนั้น **(กระถาง A มีสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ทำปฏิกิริยากับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ได้ตะกอน แล้วจึงไม่มีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ไปใช้ในการสร้างอาหารของพืช เราจึงไม่สามารถตรวจแป้งในใบไม้ได้ ส่วนกระถางที่ 2 พืชยังใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในการสร้างอาหารได้จึงพบแป้งในใบไม้ของพืช)**

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นท้าทายความคิด (Challenging students' ideas) (10 นาที)

บทบาทครู :

- ครูใช้คำถาม เพื่อนำไปสู่การร่วมอภิปรายกับสมาชิกในห้องเรียน
- ครูยกคำขวัญ เพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์ และเชื่อมโยงความคิดไปสู่ความสำคัญของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

การดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอนที่ 3

1. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายกับเพื่อน ๆ ในชั้นเรียน โดยใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน ดังนี้

- เหตุใดเราจึงต้องใช้สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ในการทดลองนี้ **(เพราะสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์จะทำปฏิกิริยากับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์แล้วได้ตะกอนขุ่น)**
- ถ้าเราเพิ่มปริมาณของสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ จะทำให้เกิดอะไรขึ้น **(แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จะหายไปเร็วขึ้น)**
- การที่แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์หายไปมีผลกระทบใดต่อพืชบ้าง **(พืชไม่สามารถสร้างอาหารได้)**

2. ครูยกคำขวัญ "ต้นไม้คือเพื่อนชีวิต เจ้าดูดควันพิษแทนข้า" ขึ้นมา แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย ในประเด็น ต่อไปนี้

- ต้นไม้คือเพื่อนชีวิต หมายความว่าอะไร **(ต้นไม้ช่วยดูดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นอากาศพิษ และช่วยปล่อยแก๊สออกซิเจน ซึ่งเป็นแก๊สที่ใช้ในการหายใจช่วยให้มนุษย์มีชีวิตอยู่ได้)**
- ควันพิษในที่นี้ หมายถึงอะไร **(แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เพราะเป็นแก๊สพิษที่ถ้าสูดดมเข้าไป หรือถ้าแก๊สนี้ถูกเก็บกักไว้ในร่างกายจะทำให้รู้สึกอึดอัด หายใจไม่ออก และถึงขั้นเสียชีวิตได้)**
- นักเรียนคิดว่าเราและพืชหายใจ โดยใช้แก๊สใด **(แก๊สออกซิเจน)**

Ref. code: 25635919030063XHM

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นประยุกต์ความรู้ (Applying newly constructed ideas to similar situation) (10 นาที)

บทบาทครู :

ครูกำหนดให้นักเรียนออกแบบการทดลอง โดยให้นักเรียนระดมสมอง ออกแบบการทดลองเพื่อแก้ปัญหา “พืชใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในการสังเคราะห์ด้วยแสงได้อย่างไร” จากกระบวนการนี้ครูจะได้ทราบว่านักเรียนจะได้นำความรู้ที่เรียนมาไปประยุกต์ใช้ได้หรือไม่

การดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอนที่ 4

ครูให้นักเรียนออกแบบการทดลอง โดยตั้งปัญหาว่า : พืชใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในการสังเคราะห์ด้วยแสงได้อย่างไร (พิจารณาจากการออกแบบการทดลองของนักเรียนในแต่ละกลุ่ม)

การวัดและประเมินผล

วิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การวัด

1. สังเกตการตอบคำถามและมีส่วนร่วมในชั้นเรียน
2. ตรวจสอบความถูกต้องและการตอบคำถามของแบบฝึกหัดจากใบกิจกรรม 1 – 2

เกณฑ์การประเมินผล

1. นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคำถาม
2. นักเรียนสามารถตอบคำถามในแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของแบบวัด (ทำการประเมินหลังจากเรียนคาบที่ 5 แล้ว)
3. นักเรียนสามารถรับผิดชอบงานที่ตนเองได้รับมอบหมายได้
4. นักเรียนสามารถทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มได้

Ref. code: 25635919030063XHM

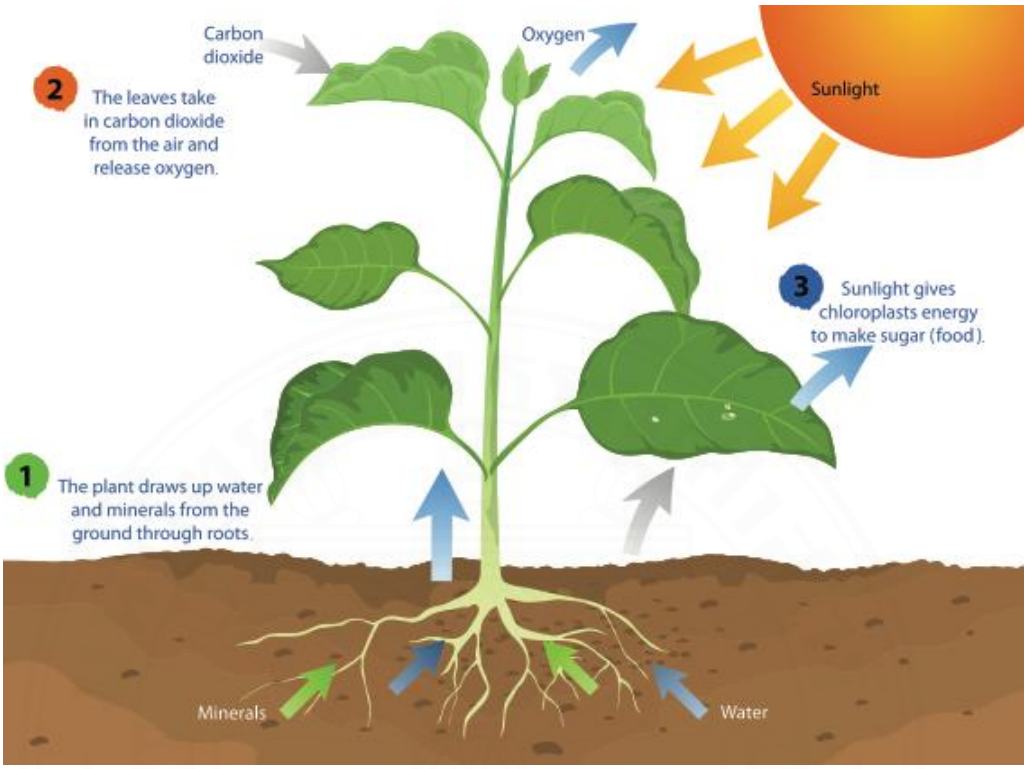
ใบความรู้ที่ 1
เรื่อง ปัจจัยสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (Photosynthesis) หมายถึง กระบวนการสร้างอาหารของพืชที่พืชใช้สารสีเขียวที่เรียกว่า คลอโรฟิลล์มาดูดกลืนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานเคมี เพื่อใช้เปลี่ยนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่รับเข้ามาทางปากใบของพืชกับน้ำที่ถูกออสโมซิสเข้ามาทางราก ซึ่งเป็นวัตถุดิบในการสร้างอาหารมาเปลี่ยนเป็นน้ำตาลกลูโคส และเมื่อพืชนำไปใช้เป็นพลังงานแล้วไม่หมดจะเหลือเก็บสะสมไว้ในรูปของแป้ง นอกจากนั้น จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงนี้ยังให้แก๊สออกซิเจนกับไอน้ำเป็นผลพลอยได้อีกด้วย

ปัจจัยในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ในการสร้างอาหารพืชต้องอาศัยปัจจัยสำคัญที่จำเป็นดังนี้

1. **คลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) เป็น**สารที่ดูดกลืนแสงพบอยู่ในคลอโรพลาสต์ ดูดกลืนแสงสีน้ำเงินกับแสงสีแดงมาใช้ และสะท้อนแสงสีเขียวออกมา ทำให้เห็นพืชมีสีเขียว สามารถพบคลอโรฟิลล์ได้ที่ใบและส่วนอื่น ๆ ที่มีสีเขียว เช่น ที่ลำต้น ราก เป็นต้น คลอโรฟิลล์จะมีมากในใบที่แก่จัด ส่วนในใบอ่อนหรือใบที่แก่จนเหลืองจะมีการสร้างคลอโรฟิลล์ได้น้อยหรือคลอโรฟิลล์อาจสลายไป
2. **แสง (Light)** เป็นปัจจัยสำคัญ เพื่อสร้างพลังงานที่ใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ปริมาณแสงที่เหมาะสมในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงจะแตกต่างกันตามชนิดของพืช และสภาพแวดล้อมของพืชที่อยู่ เช่น เมื่อพืชได้รับปริมาณของแสงต่ำกว่าที่พืชต้องการ พืชจะมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงต่ำ ทำให้พืชขาดอาหาร เจริญเติบโตช้าและอาจตายไปในที่สุด ในทางตรงกันข้ามหากพืชได้รับแสงมากเกินไปอาจทำให้ใบของพืชไหม้ได้
3. **แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide: CO_2)** เป็นวัตถุดิบที่นำไปใช้ในการสร้างน้ำตาลกลูโคสซึ่งเป็นอาหารของพืช โดยพืชนำ CO_2 เข้ามาทางปากใบ การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีปริมาณของ CO_2 ในบรรยากาศเพิ่มขึ้น (ยกเว้นเมื่อปากใบปิดเพราะการขาดน้ำหรือลดการสูญเสียน้ำ)
4. **น้ำ (H_2O)** พืชดูดน้ำจากดินผ่านทางขนรากเพื่อลำเลียงไปใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง น้ำเกี่ยวข้องกับการเปิดปิดของปากใบ การขาดน้ำทำให้ปากใบปิดเพื่อลดการคายน้ำ และการทำงานต่าง ๆ ของพืชจะผิดปกติ ทำให้การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชลดลง

Ref. code: 25635919030063XHM



ที่มา : https://ssec.si.edu/stemvisions-blog/what-photosynthesis

สรุปกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

เมื่อพืชเกิดกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง จะได้น้ำตาลกลูโคส ($C_6H_{12}O_6$) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์และน้ำตาลกลูโคสที่สังเคราะห์ได้นี้ บางส่วนถูกนำไปใช้ในกระบวนการหายใจของพืช เพื่อเปลี่ยนเป็นพลังงานต่อไป น้ำตาลบางส่วนถูกเปลี่ยนไปเป็นแป้งทันที และพืชจะเก็บสะสมไว้ที่ใบ ราก และลำต้น ซึ่งเราสามารถตรวจแป้งในส่วนต่าง ๆ ของพืชได้ รวมทั้งที่ใบด้วย และน้ำตาลที่เหลืออยู่บางส่วนจะถูกนำไปใช้ในการสร้างเซลลูโลส ซึ่งเป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์ของพืช นอกจากนี้น้ำตาลบางส่วนจะรวมกับแร่ธาตุในเซลล์พืชแล้วเปลี่ยนไปเป็นสารอื่นได้อีก เช่น โปรตีน ไขมัน น้ำมันในเมล็ดพืช เป็นต้น

Ref. code: 25635919030063XHM

ใบกิจกรรมที่ 1

เรื่อง ตรวจสอบอาหารของพืช

กลุ่มที่.....ห้อง ป.4/.....

รายชื่อสมาชิก

1. .....เลขที่.....
2. .....เลขที่.....
3. .....เลขที่.....
4. .....เลขที่.....
5. .....เลขที่.....

จุดประสงค์

1. บอกวัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
2. เข้าใจว่ากระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นกระบวนการสร้างอาหารของพืช
3. แยกประเภทของวัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์ และผลพลอยได้ของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้
4. ปฏิบัติกิจกรรมเพื่ออธิบายความสำคัญของปัจจัยในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชได้
5. ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย

ปัญหา ถ้าไม่มีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ มีส่งผลกระทบต่อพืชอย่างไร

1. **สมมติฐาน** .....
2. **ตัวแปรต้น** .....
3. **ตัวแปรตาม** .....
4. **ตัวแปรควบคุม** .....
5. **อุปกรณ์** .....

.....

.....

.....

.....

.....

Ref. code: 25635919030063XHM

วาดภาพการทดลอง

วิธีทดลอง

.....

.....

.....

.....

บันทึกผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

Ref. code: 25635919030063XHM

คำถามประกอบการทำกิจกรรม

1. บอกลักษณะของใบพืชทั้ง 2 กระถาง หลังจากนั้นนำพืชไปไว้ในห้องมืด

   .....

   .....

2. เหตุใดจึงต้องนำพืชทั้ง 2 กระถาง ไปตั้งทิ้งไว้กลางแดด 2 – 3 ชั่วโมง

   .....

   .....

3. เหตุใดจึงต้องนำพืชทั้ง 2 กระถาง ไปตั้งทิ้งไว้กลางแดด 2-3 ชั่วโมง โดยที่ไม่นำถุงพลาสติกออก

   .....

   .....

4. ปัจจัยที่จำเป็นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชมี 4 อย่าง คือ

   .....

   .....

5. วัตถุดิบในการสังเคราะห์ด้วยแสง คือ

   .....

   .....

6. สิ่งใดในพืชที่ทำหน้าที่ดูดกลืนพลังงานแสง แล้วเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมี

   .....

   .....

7. กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เป็นกระบวนการที่พืชทำอะไร

   .....

   .....

8. ผลผลิตที่พืชสร้าง คือ อะไร

   .....

   .....

9. ผลพลอยได้ของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง คือ อะไร

   .....

   .....

10. น้ำตาลกลูโคสที่พืชสร้าง ถ้าใช้ไม่หมด พืชจะเก็บไว้ในรูปของสิ่งใด

    .....

    .....

Ref. code: 25635919030063XHM

ใบกิจกรรมที่ 2

เรื่อง แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

กลุ่มที่.....ห้อง ป.4/.....

รายชื่อสมาชิก

1. .....เลขที่.....
2. .....เลขที่.....
3. .....เลขที่.....
4. .....เลขที่.....
5. .....เลขที่.....

จุดประสงค์

1. บอกวัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
2. เข้าใจว่ากระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงต้องใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์
3. ปฏิบัติกิจกรรมเพื่อหาความสัมพันธ์ของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กับการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชได้

ปัญหา

บอกวิธีการตรวจสอบว่าพืชใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้อย่างไร

1. **สมมติฐาน** .....
2. **ตัวแปรต้น** .....
3. **ตัวแปรตาม** .....
4. **ตัวแปรควบคุม** .....
5. **อุปกรณ์** .....

.....

.....

.....

.....

.....

Ref. code: 25635919030063XHM

วาดภาพการทดลอง

วิธีทดลอง

.....

.....

.....

.....

บันทึกผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

Ref. code: 25635919030063XHM

คำถามประกอบการทำกิจกรรม

1. เหตุใดนักเรียนจึงเลือกทำการทดลองด้วยวิธีนี้

   .....

   .....

2. นักเรียนเลือกสารชนิดใดมาตรวจหาแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่พืชใช้

   .....

   .....

3. เหตุใดนักเรียนจึงเลือกสารชนิดนี้

   .....

   .....

4. นักเรียนคิดว่าแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สำคัญอย่างไรต่อพืช

   .....

   .....

Ref. code: 25635919030063XHM

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist lesson plan)

เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงกับการหายใจของพืช กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายวิชา วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

เวลา 2 คาบ ผู้สอน นางสาวอุษณีย์ เตรียมเชิดติวงศ์

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน

1. การสังเคราะห์ด้วยแสง คือการหายใจของพืช
2. เมื่อพืชทำการสังเคราะห์ด้วยแสง พืชจะไม่หายใจ
3. พืชสังเคราะห์ด้วยแสงในเวลากลางวัน และพืชหายใจในเวลากลางคืน
4. พืชใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในการหายใจ และผลิตออกซิเจน

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

1. กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง คือ กระบวนการสร้างอาหารของพืชที่ต้องใช้สารอนินทรีย์ ได้แก่ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำ และมีคลอโรฟิลล์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานเคมี ได้น้ำตาลซึ่งเป็นสารอินทรีย์เป็นผลิตภัณฑ์ และมีไอน้ำกับแก๊สออกซิเจนเป็นผลพลอยได้ ซึ่งกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชจะเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่มีแสง

2. กระบวนการหายใจของพืช เป็นกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊สของพืช ซึ่งส่วนใหญ่เกิดขึ้นที่ใบ พืชใช้แก๊สออกซิเจนที่ได้จากการหายใจเพื่อนำไปใช้สลายอาหาร คือ น้ำตาลกลูโคสให้เป็นพลังงาน และจะปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กับไอน้ำออกมา ซึ่งพืชเป็นสิ่งมีชีวิตประกอบด้วยเซลล์ต่าง ๆ ทำให้พืชต้องมีการหายใจตลอดเวลา

สาระสำคัญ

การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชเกิดในเวลากลางวันที่มีแสง ส่วนการหายใจของพืชจะเกิดขึ้นตลอดเวลา

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบหน่วยการเรียนรู้นี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. เข้าใจว่ากระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นกระบวนการสร้างอาหารของพืช
2. บอกความแตกต่างของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงกับกระบวนการหายใจของพืชได้

Ref. code: 25635919030063XHM

3. ระบุชนิดของแก๊สที่พืชใช้ในการหายใจได้
4. ปฏิบัติกิจกรรมเพื่อตรวจสอบแก๊สที่พืชใช้ในการหายใจได้ครบถ้วนตามขั้นตอน
5. ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย

สาระการเรียนรู้

กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง หมายถึง กระบวนการสร้างอาหารของพืช เกิดในเวลาที่มีแสง เป็นกระบวนการที่ใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำเป็นวัตถุดิบ และพืชต้องใช้คลอโรฟิลล์ดูดกลืนพลังงานแสงมาช่วยให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมี ได้น้ำตาลเป็นผลิตภัณฑ์ และพืชจะปล่อยแก๊สออกซิเจน และ ไอน้ำออกมา

กระบวนการหายใจของพืช หมายถึง กระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊สของพืช เกิดขึ้นตลอดเวลา โดยพืชใช้แก๊สออกซิเจนที่ได้จากการหายใจไปใช้สลายอาหาร คือ น้ำตาลกลูโคสไปเป็นพลังงาน และจะปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กับไอน้ำออกมา

สื่อการเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 2
2. ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง พืชใช้แก๊สออกซิเจนในการหายใจ
3. อุปกรณ์การทดลอง ได้แก่ 1) ต้นไม้ 2 กระถาง 2) สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 3) ถุงพลาสติกใส 4) ถุงพลาสติกสีดำ 5) แก้วพลาสติก 6) หลอดแบบงอได้

กิจกรรมการเรียนรู้

คาบที่ 3

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Eliciting students' pre-existing ideas) (10 นาที)

บทบาทครู :

1. ให้นักเรียนทบทวนความรู้เดิม เพื่อให้นักเรียนมองเห็นความสัมพันธ์ของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และแก๊สออกซิเจนกับกระบวนการหายใจ ผ่านการใช้คำถาม การเชื่อมโยงความรู้จากบทเรียนที่ผ่านมา หรือการทดลองสั้น ๆ
2. แจ้งเกี่ยวกับบทเรียนในคาบเรียนนี้

การดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอนที่ 1

1. ให้นักเรียนทบทวนความรู้เดิม โดยครูสอบถามนักเรียนถึงการทดลองครั้งที่ผ่านมาที่ตรวจสอบแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นวัตถุดิบในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ดังนี้

Ref. code: 25635919030063XHM

- พืชใช้แก๊สใดในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์)
- เมื่อพืชสร้างอาหารขึ้น พืชจะปล่อยแก๊สใดออกมา (แก๊สออกซิเจน)
- นักเรียนคิดว่าแก๊สออกซิเจนมีประโยชน์อย่างไร (สิ่งมีชีวิตใช้แก๊สออกซิเจนในการหายใจ)
- แล้วนักเรียนคิดว่าพืชใช้แก๊สใดหายใจ (แก๊สออกซิเจน)
- นักเรียนคิดว่าคน พืช สัตว์ใช้แก๊สชนิดใดหายใจ (แก๊สออกซิเจน)

*** ขั้นตอนนี้ครูเน้นย้ำ เพื่อให้นักเรียนเห็นว่าทั้งคน พืช สัตว์ ล้วนเป็นสิ่งมีชีวิตจึงต้องการแก๊สออกซิเจนในการหายใจเหมือนกัน

- นักเรียนจะตรวจสอบได้อย่างไรว่าพืชใช้แก๊สออกซิเจนในการหายใจ (ตรวจหาจากปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่พืชจะปล่อยขณะที่หายใจ)

*** ถ้านักเรียนไม่ทราบครูอาจช่วยโดยให้นักเรียนทดลอง ด้วยการปิดปากและจมูกไม่ให้หายใจ จากนั้นให้นักเรียนสังเกตความรู้สึกของตนเองว่าขณะที่ไม่หายใจนั้นนักเรียนรู้สึกอย่างไร (รู้สึกอึดอัด อยากหายใจ บางคนอาจปวดศีรษะ) ดังนั้น ครูจึงค่อยอธิบายว่าเมื่อสิ่งมีชีวิตหายใจเอาแก๊สออกซิเจนเข้าไป จะปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา เพื่อเชื่อมความสัมพันธ์ของการตรวจหาว่าพืชใช้ออกซิเจนในการหายใจหรือไม่ ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่มองไม่เห็น แต่เราสามารถตรวจสอบแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่พืชปล่อยออกมาจากการหายใจได้ จากนั้นถามคำถามว่า

- นักเรียนมีวิธีการตรวจสอบแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกปล่อยจากกระบวนการหายใจได้อย่างไร (ใช้สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ทำปฏิกิริยากับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จะได้ตะกอนขุ่น)

2. ครูชี้แจงนักเรียนว่าในคาบนี้จะมาศึกษา เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงกับการหายใจของพืช

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นเน้นมโนทัศน์เป้าหมาย (Focusing on the target concept) (50 นาที)

บทบาทครู :

1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม
2. แจกใบความรู้ที่ 2 เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชกับการหายใจของพืช
3. สืบค้นหาความสำคัญของแก๊สออกซิเจนกับการหายใจของพืช
4. ให้นักเรียนระดมสมอง ออกแบบการทดลองเพื่อแก้ปัญหา “เราสามารถตรวจสอบได้อย่างไรว่าพืชใช้แก๊สออกซิเจนในการหายใจ”
5. เมื่อนักเรียนได้ขั้นตอนการทดลองแล้ว ครูช่วยตรวจสอบความเป็นไปได้ของรูปแบบการทดลองของนักเรียน ซึ่งถ้า เป็นไปได้ ให้นักเรียนอภิปรายรูปแบบการทดลองที่สร้างขึ้น แต่ถ้าการ

Ref. code: 25635919030063XHM

ทดลองที่นักเรียนวางแผนไว้ เป็นไปไม่ได้ ครูอาจช่วยชี้แนะหนทางอันจะได้มาซึ่งการแก้ปัญหา เช่น ครูให้คำสำคัญ (Keyword) ให้นักเรียนค้นคว้าข้อมูล หรืออาจใช้คำถามให้นักเรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ เพื่อให้ได้วิธีการทดลองต่อไป

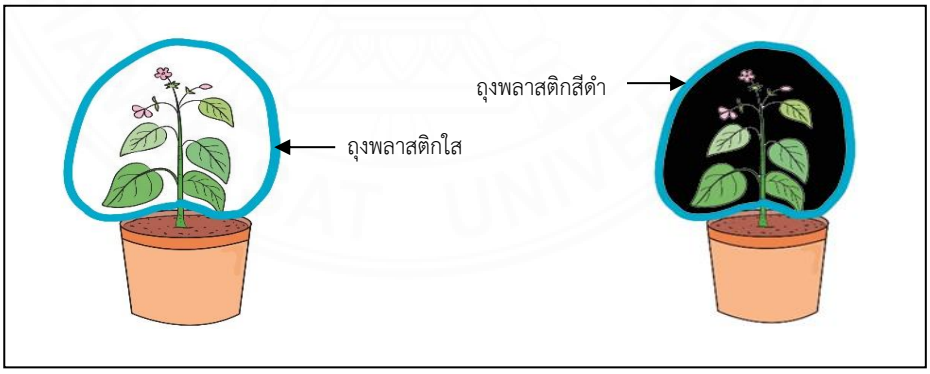
6. หลังจากนักเรียนทำการทดลองแล้วให้นักเรียนบันทึกผลและอภิปรายในกลุ่มย่อย

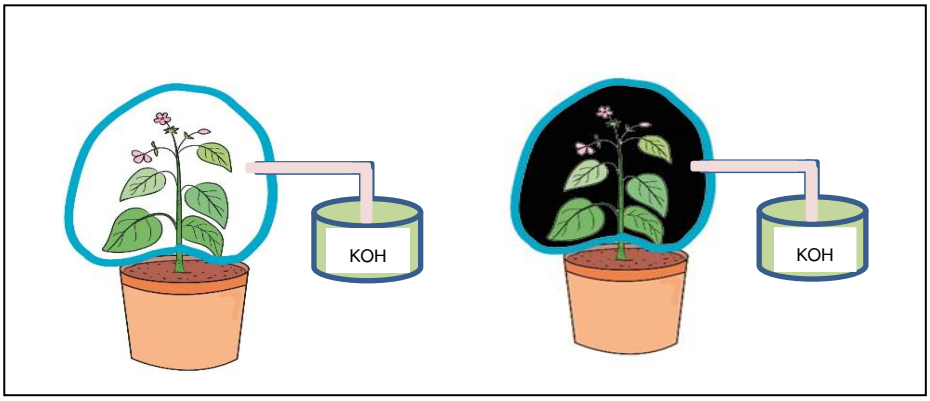
การดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอนที่ 2

1. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 5 คน แบบคละความสามารถ

2. ให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 2 สืบค้นข้อมูลเนื้อหาจากแหล่งต่าง ๆ เช่น หนังสือ อินเตอร์เน็ต แล้วให้นักเรียนร่วมกันสนทนาในกลุ่มของตนเอง พร้อมทั้งวางแผนการทำการทดลอง

3. ให้นักเรียนระดมสมอง เพื่อออกแบบการทดลอง โดยครูกำหนดอุปกรณ์การทดลองมาให้นักเรียนเลือกใช้ ได้แก่ ต้นไม้ ถุงพลาสติกใส ถุงพลาสติกดำ หนังยาง หลอดพลาสติก แก้วพลาสติกใส แป้งมัน น้ำตาล สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ สารละลายไอโอดีน (อุปกรณ์ที่กำหนดขึ้นนี้มีทั้งที่ใช้ได้และเป็นอุปกรณ์ลวง เพื่อให้นักเรียนหาความสัมพันธ์ของการเลือกใช้เครื่องมือ โดยแนวทางในการทดลองเป็น ดังนี้ นำพืชชนิดเดียวกันที่มีขนาดเท่ากัน จำนวนใบเท่ากัน นำพืชต้นที่ 1 ครอบด้วยถุงใส ส่วนต้นที่ 2 ครอบด้วยถุงดำ มัดปากถุงไม่ให้อากาศภายนอกเข้า นำไปไว้ในห้องมืด 1 คืน จากนั้นตอนเช้า นำพืชทั้ง 2 กระถางไปตั้งทิ้งไว้ให้ได้รับแสง 2 – 3 ชั่วโมง แล้วนำไปตรวจสอบหาแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ด้วยการเจาะรูต่อหลอดแล้วบีบถุงเพื่อพ่นแก๊สที่อยู่ภายในถุงของพืชทั้ง 2 กระถางในสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ดังภาพ)





Ref. code: 25635919030063XHM

4. หลังจากนักเรียนออกแบบการทดลองแล้ว ให้นักเรียนอภิปรายกลุ่มย่อย ถึงรูปแบบการทดลองที่ตนเองกำหนดขึ้นว่ามีความเป็นไปได้ว่าจะตรวจสอบการหายใจของพืชได้อย่างไร (พืชหายใจโดยใช้แก๊สออกซิเจน ซึ่งเมื่อพืชถูกครอบด้วยถุงพลาสติกใส หรือถุงพลาสติกดำ ในตอนกลางคืนพืชจะไม่สามารถสร้างอาหารได้ พืชจึงหายใจโดยใช้แก๊สออกซิเจน และปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา แต่เมื่อนำพืชทั้ง 2 ต้นออกไปรับแสง พืชที่อยู่ในถุงพลาสติกใสจะเกิดกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จึงถูกใช้ไป ส่วนพืชที่อยู่ในถุงพลาสติกดำไม่ได้รับแสงจึงไม่มีการสังเคราะห์ด้วยแสงส่งผลให้มีการสะสมของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์อยู่มาก เมื่อพ่นแก๊สออกจากพืชทั้ง 2 ต้น ลงในสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์พืชที่อยู่ในถุงพลาสติกดำจึงเกิดตะกอนมากกว่าพืชที่อยู่ในถุงพลาสติกใส)

5. ครูสาธิตการทดลอง โดยให้นักเรียนบันทึกผลการสังเกตลงในใบกิจกรรมที่ 3 ดังนี้

- เมื่อบีบถุงเพื่อพ่นแก๊สที่จากถุงของพืชทั้ง 2 กระถางในสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ แล้วเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร (สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์จากกระถางที่ 1 เกิดตะกอนขุ่นเล็กน้อย ส่วนกระถางที่ 2 มีตะกอนขุ่นมากกว่า)
- เหตุใดสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่ถูกพ่นแก๊สจากพืชในกระถางที่ 2 จึงมีตะกอนขุ่นมากกว่า (เพราะพืชในกระถางที่ 2 อยู่ในถุงดำจึงไม่เกิดกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงทำให้มีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สะสมอยู่มากกว่า
- เหตุใดสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่ถูกพ่นแก๊สจากพืชในกระถางที่ 1 จึงยังมีตะกอนขุ่นเล็กน้อย (เพราะขณะที่พืชได้รับแสงพืชจะมีกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงพืชจึงดึงเอาแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ไปใช้ แต่ก็จะยังคงมีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์อยู่บ้างจากการที่พืชยังต้องหายใจเอาแก๊สออกซิเจนเข้าไปและปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา

*** ความคลาดเคลื่อนที่อาจพบ เช่น
- สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่ถูกพ่นแก๊สจากพืชในกระถางที่ 1 และ 2 มีตะกอนขุ่นเท่า ๆ กัน (นั่นอาจจะเกิดจากการครอบถุงและมัดปากถุงไม่สนิท หรือถุงมีรูรั่ว)
- ไม่เกิดตะกอนขุ่นกับสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์เลย (อันเป็นผลจากการบีบแก๊สออกจากถุง แล้วหลอดไม่จุ่มลงไปในสารละลาย หรือปากถุงเปิดทำให้แก๊สลอยออกข้างนอกไม่ได้ถูกพ่นลงในผสมกับสารละลาย)

6. นักเรียนคิดว่าได้อะไรจากการทดลองในครั้งนี้ (ทำให้ทราบว่าพืชหายใจโดยใช้แก๊สออกซิเจน และจะปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา)

Ref. code: 25635919030063XHM

คาบที่ 4 (เรียนต่อเนื่องจากคาบเรียนที่ 3)

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นท้าทายความคิด (Challenging students' ideas) (20 นาที)

บทบาทครู :

1. ครูใช้คำถาม เพื่อนำไปสู่การร่วมอภิปรายกับสมาชิกในห้องเรียน

2. ถ้าผลการทดลองคลาดเคลื่อนมีความหลากหลาย ครูให้นักเรียนร่วมอภิปรายถึงผลที่คลาดเคลื่อน ว่าเป็นเพราะเหตุใดนักเรียนจึงได้คำตอบแบบนั้น พยายามให้นักเรียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ให้ได้

3. การอภิปรายร่วมกับสมาชิกในห้องเรียน นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า "พืชหายใจโดยใช้แก๊สออกซิเจน และปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ โดยพืชจะหายใจทั้งกลางวันและกลางคืน"

การดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอนที่ 3

สุ่มให้นักเรียนจำนวน 2-3 กลุ่มออกมานำเสนอรูปแบบการทดลองของกลุ่มตนเอง และให้นักเรียนแสดงความเห็นในกลุ่มย่อยของตนเองให้เพื่อน ๆ ร่วมกันอภิปรายในชั้นเรียนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน ดังนี้

- เหตุใดนักเรียนจึงเลือกรูปแบบการทดลองแบบนี้ *(พิจารณาจากคำตอบของนักเรียน)*
- การเลือกรูปแบบการทดลองแบบนี้ นักเรียนคาดว่าผลการทดลองของนักเรียนจะเป็นอย่างไร *(พิจารณาจากคำตอบของนักเรียน)*
- หลังจากนักเรียนได้ดูการทดลองที่ครูทำให้ดูแล้วนักเรียนคิดว่า การทดลองของนักเรียนกับการทดลองของครูมีความเหมือนหรือความแตกต่างกันอย่างไร (บางกลุ่มอาจได้คำตอบเหมือนครู บางกลุ่มอาจได้คำตอบต่างจากครู ซึ่งถ้านักเรียนได้คำตอบต่างจากครู อาจต้องให้เล่าถึงขั้นตอนการทดลอง เพราะอาจจะมีตัวแปรแทรกซ้อนอื่นที่ทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนได้ ซึ่งขั้นตอนนี้ครูอาจช่วยให้นักเรียนร่วมอภิปรายถึงผลที่คลาดเคลื่อน เพื่อเป็นการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนได้อีกขั้นหนึ่ง)

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นประยุกต์ความรู้ (Applying newly constructed ideas to similar situation) (20 นาที)

บทบาทครู :

ครูยกสถานการณ์ที่จะช่วยให้นักเรียนได้ประยุกต์ความรู้จากเรื่องที่ได้เรียนมากับสถานการณ์อื่น ๆ ต่อไป

Ref. code: 25635919030063XHM

การดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอนที่ 4

1. ครูยกสถานการณ์ตัวอย่าง ดังนี้ ถ้าเรานำพืชมา 2 กระถาง เป็นเวลา 1 สัปดาห์ นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรกับพืชทั้ง 2 กระถาง โดยทำการทดลอง ดังนี้

- กระถางที่ 1 ทาวาสลีนลงไปเฉพาะด้านบนของใบไม้
- กระถางที่ 2 ทาวาสลีนลงไปเฉพาะด้านล่างของใบไม้

แบ่งนักเรียนเป็น 2 ทีม ตามกลุ่มเดิมของนักเรียนที่ทำการทดลองจากคาบ 3 แล้วให้ทีมที่ 1 เป็นเลขคี่ (กลุ่ม 1, 3, 5, ...) อภิปรายสิ่งที่จะเกิดขึ้นกับพืชกระถางที่ 1 ส่วนกลุ่มเลขคู่ (กลุ่ม 2, 4, 6, ...) อภิปรายสิ่งที่จะเกิดขึ้นกับพืชกระถางที่ 2 ทำลงในกระดาษฟลิปชาร์ท

2. สุ่มนักเรียนทั้ง 2 ทีมออกมานำเสนอผลงาน และร่วมกันอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน

แนวคำตอบ

- กระถางที่ 1 พืชเจริญเติบโตต่อไปได้ เพราะพืชสามารถดูดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปใช้ในกระบวนการสร้างอาหารได้ และหายใจเอาแก๊สออกซิเจนเข้าไปได้

- กระถางที่ 2 พืชจะตาย เพราะพืชไม่สามารถดูดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปใช้ในกระบวนการสร้างอาหารได้ และไม่สามารถหายใจเอาแก๊สออกซิเจนเข้าไปได้ เพราะปากใบของพืชถูกวาสลีนปิดกั้นไว้ทำให้คายน้ำ หายใจ และสังเคราะห์ด้วยแสงไม่ได้

การวัดและประเมินผล

วิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การวัด

1. สังเกตการตอบคำถามและมีส่วนร่วมในชั้นเรียน
2. ตรวจสอบความถูกต้องและการตอบคำถามของแบบฝึกหัดจากใบกิจกรรมที่ 3

เกณฑ์การประเมินผล

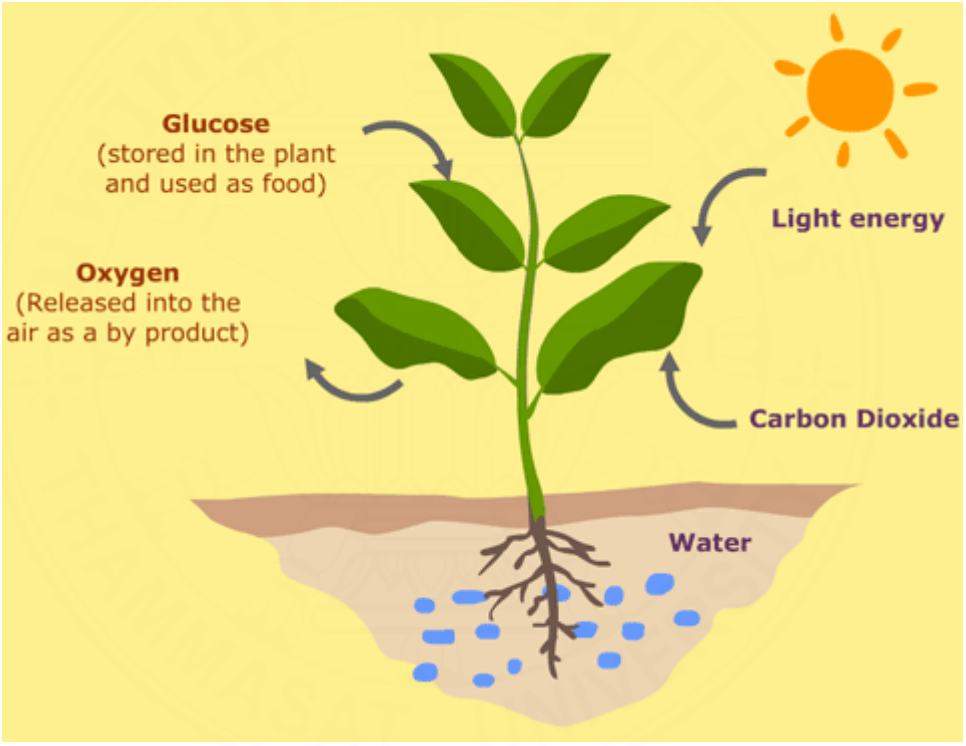
1. นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคำถาม
2. นักเรียนสามารถตอบคำถามในแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของแบบวัด (ทำการประเมินหลังจากเรียนคาบที่ 5 แล้ว)
3. นักเรียนสามารถรับผิดชอบงานที่ตนเองได้รับมอบหมายได้
4. นักเรียนสามารถทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มได้

Ref. code: 25635919030063XHM

ใบความรู้ที่ 2 (Constructivist lesson plan)

เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชกับการหายใจของพืช

กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (Photosynthesis) หมายถึง กระบวนการสร้างอาหารของพืช เกิดในเวลาที่มีแสง เป็นกระบวนการที่ใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำเป็นวัตถุดิบ และพืชต้องใช้คลอโรฟิลล์ดูดกลืนพลังงานแสงมาช่วยให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมี ได้น้ำตาลเป็นผลิตภัณฑ์ และพืชจะปล่อยแก๊สออกซิเจน และ ไอน้ำออกมา



ที่มา : http://www.eschooltoday.com/photosynthesis/what-is-photosynthesis.html

กระบวนการหายใจของพืช (Respiration) หมายถึง กระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊สของพืช เกิดขึ้นตลอดเวลา โดยพืชใช้แก๊สออกซิเจนที่ได้จากการหายใจไปใช้สลายอาหาร คือ น้ำตาลกลูโคสไปเป็นพลังงาน และจะปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กับไอน้ำออกมา

Ref. code: 25635919030063XHM

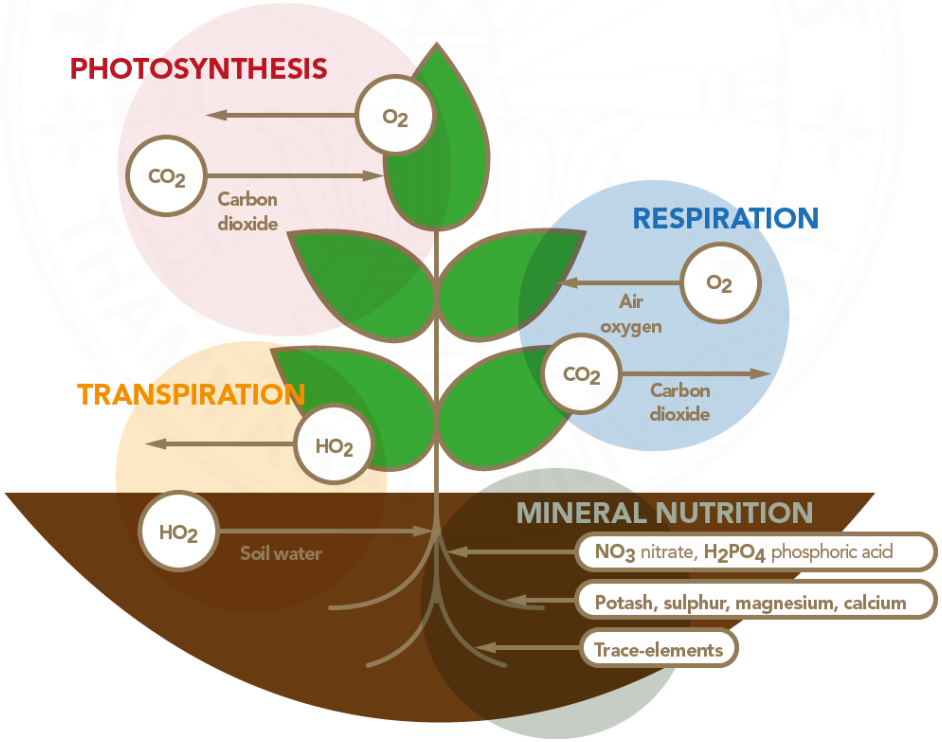
ความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์ด้วยแสงกับการหายใจของพืช

1. เวลากลางวัน

พืชมีการหายใจตลอดเวลาไม่ว่าจะเป็นกลางวันหรือกลางคืน โดยในเวลากลางวันพืชจะปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่สิ่งแวดล้อม แล้วพืชจะนำแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้จากการหายใจของพืชเอง หรือจากสิ่งมีชีวิตอื่นไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงต่อ ซึ่งจากกระบวนสังเคราะห์ด้วยแสง พืชจะปล่อยแก๊สออกซิเจนเป็นผลพลอยได้ออกสู่สิ่งแวดล้อมหมุนเวียนเป็นวัฏจักร

2. เวลากลางคืน

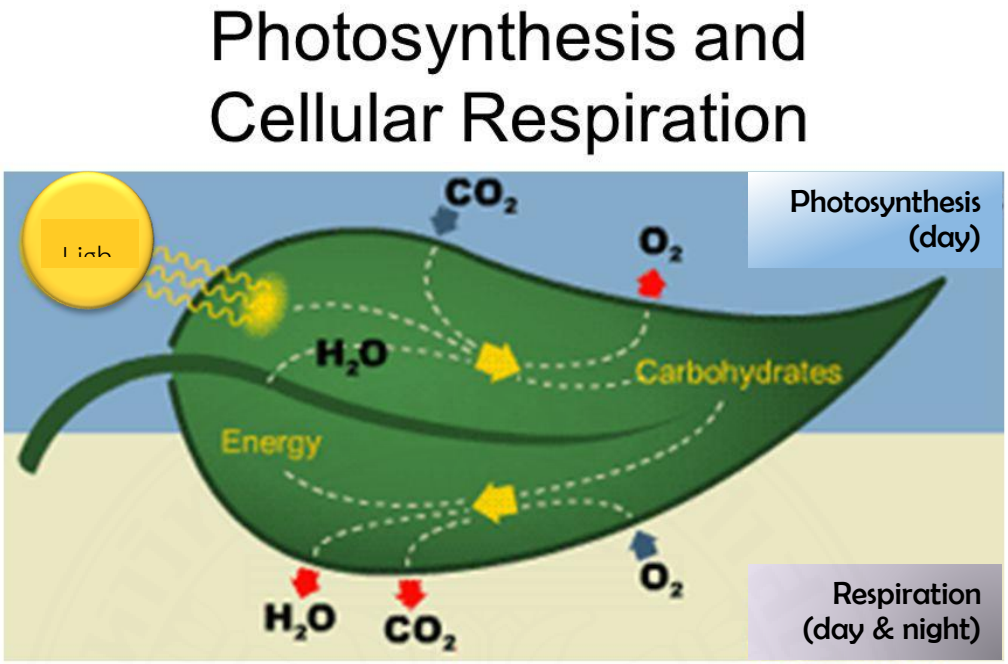
พืชจะไม่มีการสังเคราะห์ด้วยแสงหรือมีการสังเคราะห์ด้วยแสงน้อยมาก เพราะปริมาณแสงมีไม่เพียงพอ พืชจะใช้แก๊สออกซิเจนในการหายใจและปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาตลอดเวลา โดยไม่มีการนำไปใช้ ดังนั้น ในเวลากลางคืนพืชจึงเกิดกระบวนการหายใจเพียงอย่างเดียว ไม่ได้เกิดกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง จึงทำให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จะถูกสะสมอยู่ในสิ่งแวดล้อมมากกว่าในเวลากลางวัน เราไม่ควรนำต้นไม้ไปไว้ในห้องนอนเวลากลางคืน



ภาพแสดงการเปรียบเทียบกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงกับกระบวนการหายใจของพืช

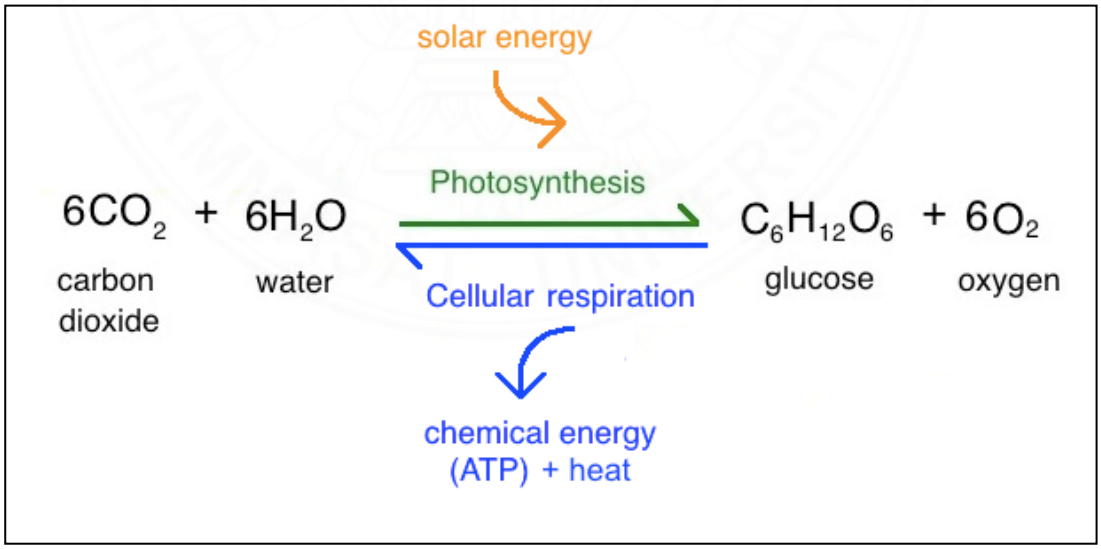
ที่มา : https://cellcode.us/quotes/nitrogen-dioxide-fields.html

Ref. code: 25635919030063XHM



ภาพแสดงการเปรียบเทียบกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงกับกระบวนการหายใจของพืช 2

ที่มา : https://slideplayer.com/slide/4182488/



ภาพแสดงสมการการสังเคราะห์ด้วยแสงกับสมการการหายใจของพืช

ที่มา : https://mn.khanacademy.org/science/biology/photosynthesis-in-plants

Ref. code: 25635919030063XHM

ใบกิจกรรมที่ 3

เรื่อง พืชใช้แก๊สออกซิเจนในการหายใจ

กลุ่มที่.....ห้อง ป.4/.....

รายชื่อสมาชิก

1. .....เลขที่.....
2. .....เลขที่.....
3. .....เลขที่.....
4. .....เลขที่.....
5. .....เลขที่.....

จุดประสงค์

1. เข้าใจว่ากระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นกระบวนการสร้างอาหารของพืช
2. บอกความแตกต่างของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงว่าต้องใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนกระบวนการหายใจของพืชใช้แก๊สออกซิเจนได้
3. ระบุได้ว่าชนิดของแก๊สที่พืชใช้ในการหายใจว่า คือ แก๊สออกซิเจน ไม่ได้ใช้แก๊สคาร์บอนได ออกไซด์
4. ปฏิบัติกิจกรรมเพื่อตรวจสอบแก๊สที่พืชใช้ในการหายใจได้ครบถ้วนตามขั้นตอน
5. ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย

ปัญหา เราสามารถตรวจสอบได้อย่างไรว่าพืชใช้แก๊สออกซิเจนในการหายใจ

1. **สมมติฐาน** .....
2. **ตัวแปรต้น** .....
3. **ตัวแปรตาม** .....
4. **ตัวแปรควบคุม** .....
5. **อุปกรณ์** .....

.....

.....

.....

.....

Ref. code: 25635919030063XHM

วาดภาพการทดลอง

วิธีทดลอง

.....

.....

.....

.....

บันทึกผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

Ref. code: 25635919030063XHM

คำถามประกอบการทำกิจกรรม

1. ก่อนการทดลองสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์มีลักษณะอย่างไร

   .....

   .....

2. เมื่อบีบถุงเพื่อพ่นแก๊สที่จากถุงของพืชกระถางที่ 1 ในสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์แล้วเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

   .....

   .....

3. เมื่อบีบถุงเพื่อพ่นแก๊สที่จากถุงของพืชกระถางที่ 2 ในสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์แล้วเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

   .....

   .....

4. บอกความแตกต่างของสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ของพืชทั้ง 2 กระถางหลังการทดลอง

   .....

   .....

5. จากข้อ 4 ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น

   .....

   .....

Ref. code: 25635919030063XHM

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist lesson plan)

เรื่อง แร่ธาตุของพืช กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายวิชา วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

เวลา 1 คาบ ผู้สอน นางสาวอุษณีย์ เตรียมเชิดติวงศ์

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน

1. พืชได้รับอาหารจากดินผ่านราก
2. แร่ธาตุคืออาหารของพืช
3. จำนวนพืชที่เพิ่มขึ้นเกิดจากการที่พืชได้รับน้ำและแร่ธาตุมาจากดินเท่านั้น

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

1. อาหารของพืช คือ น้ำตาลกลูโคสที่ถูกสร้างขึ้นจากกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช โดยพืชใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์รวมตัวกับน้ำ มีแสงและคลอโรฟิลล์เป็นผู้ช่วย

2. แร่ธาตุเป็นองค์ประกอบในการสร้างคลอโรฟิลล์ เช่น แมกนีเซียม และไนโตรเจนช่วยทำให้ใบมีสีเขียว และธาตุเหล็กช่วยสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ ส่วนธาตุทองแดง เหล็ก สังกะสี กำมะถัน แมกนีเซียม โพแทสเซียม และไนโตรเจน นั้นถ้าพืชขาดจะทำให้ประสิทธิภาพของการสังเคราะห์ด้วยแสงลดลง

สาระสำคัญ

อาหารของพืช คือ น้ำตาลกลูโคสที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

แร่ธาตุ คือ แร่ธาตุที่พืชจำเป็นต้องใช้ในการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตถ้าพืชได้รับธาตุอาหารไม่เพียงพอจะทำให้พืชไม่เจริญเติบโต แคระแกร็น ให้ผลผลิตไม่เต็มที่ธาตุอาหารพืช แบ่งออกเป็น 3 จำพวก คือ แร่ธาตุหลัก แร่ธาตุรอง แร่ธาตุเสริม เป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณน้อยมากเมื่อเทียบกับ ธาตุอาหารอื่น ๆ เช่น เหล็ก แมงกานีส ทองแดง โบรอน เป็นต้น

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบหน่วยการเรียนรู้นี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. บอกความแตกต่างของอาหารของพืช และแร่ธาตุได้
2. บอกได้ว่ารากมีหน้าที่ดูดน้ำและแร่ธาตุ แล้วลำเลียงผ่านท่อลำเลียงน้ำของลำต้น

Ref. code: 25635919030063XHM

สาระการเรียนรู้

แร่ธาตุ หมายถึง แร่ธาตุที่พืชจำเป็นต้องใช้ในการเจริญเติบโตและให้ผลผลิต ถ้าพืชได้รับแร่ธาตุไม่เพียงพอจะทำให้พืชไม่เจริญเติบโต แคระแกร็น ให้ผลผลิตไม่เต็มที่ธาตุอาหารพืช แบ่งออกเป็น 3 จำพวก คือ

กลุ่มที่ 1 แร่ธาตุหลัก เป็นธาตุอาหารที่พืชทุกชนิดต้องการในปริมาณมาก ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K)

กลุ่มที่ 2 แร่ธาตุรอง เป็นธาตุอาหารที่พืชมีความจำเป็นต้องใช้ในปริมาณมากรองจากธาตุอาหารหลัก ได้แก่ แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) และกำมะถัน (S)

กลุ่มที่ 3 แร่ธาตุเสริม เป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณน้อยมากเมื่อเทียบกับ ธาตุอาหารอื่น ๆ ได้แก่ เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) โบรอน (B) โมลิบดินัม (Mo) ทองแดง (Cu) สังกะสี (Zn) และคลอรีน (Cl)

สื่อการเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 3 เรื่อง แร่ธาตุของพืช
2. ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง แร่ธาตุของพืช
3. กระดาษ A4

กิจกรรมการเรียนรู้

คาบที่ 1

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Eliciting students' pre-existing ideas) (10 นาที)

บทบาทครู :

1. ให้นักเรียนทบทวนความรู้เดิม คือ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช เพื่อให้นักเรียนชัดเจนกับการสร้างอาหารของพืช ว่าต้องใช้สิ่งใดในการสร้างอาหารของพืชบ้าง ผ่านการใช้คำถาม
2. ให้นักเรียนทบทวนคำว่า "อาหารของพืช คือ น้ำตาล"
3. ครูกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ เพื่อหาคำตอบในหัวข้อ "เหตุใดกล้วยไม้ที่อยู่บนต้นไม้อื่นจึงมีชีวิตอยู่ได้ แม้ว่าพืชเหล่านั้นจะไม่สามารถดูดแร่ธาตุจากในดินไปใช้ได้ แสดงว่าอาหารของพืชคืออะไร ระหว่าง น้ำตาล และ แร่ธาตุ"
4. แจ้งเกี่ยวกับบทเรียนในคาบเรียนนี้ คือ เรื่อง แร่ธาตุของพืช

Ref. code: 25635919030063XHM

การดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอนที่ 1

ให้นักเรียนทบทวนความรู้เดิม เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงและร่วมกันอภิปรายคำถามต่อไปนี้

1. พืชสร้างอาหารได้อย่างไร **(พืชสร้างอาหารจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง)**
2. พืชใช้สิ่งใดในการสร้างอาหาร **(แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ)**
3. ถ้าพืชไม่ได้รับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำพืชจะมีชีวิตอยู่ได้หรือไม่ **(ไม่ได้)**
4. ให้นักเรียนบอกถึงวิธีการที่พืชใช้ในการสร้างอาหาร **(พืชสร้างอาหารจากการการนำแก๊สคาร์บอนได้ออกไซด์ที่ถูกดูดเข้ามาทางปากใบ รวมตัวกับน้ำที่เข้ามาทางราก และมีคลอโรฟิลล์ทำหน้าที่ดูดกลืนพลังงานแสงมาเปลี่ยนเป็นพลังงานทางเคมี ทำให้พืชสร้างน้ำตาลกลูโคส ซึ่งเป็นอาหารของพืช แล้วปล่อยแก๊สออกซิเจนกับไอน้ำออกมา)**
5. นักเรียนคิดว่ากล้วยไม้ที่เกาะอยู่บนต้นไม้ จะได้รับอาหารอย่างไร **(คำตอบแล้วแต่นักเรียน เช่น 1) กล้วยไม้สามารถสร้างอาหารเองได้ เพราะกล้วยไม้มีใบและรากเป็นสีเขียว 2) กล้วยไม้ดูดน้ำและอาหารจากต้นไม้ที่มันเกาะ)**

*ถ้านักเรียนตอบเป็นข้อ 2) คือ กล้วยไม้ดูดน้ำและอาหารจากต้นไม้ที่มันเกาะ ครูอาจช่วยอธิบายเรื่องกล้วยไม้ไม่ได้เป็นพืชกลุ่มกาฝาก แต่เป็นกลุ่มพืชกลุ่มอิงอาศัย ไม่ได้รับสารอาหารจากการดูดน้ำและอาหารจากต้นไม้ใหญ่

6. ครูชี้แจงนักเรียนว่าในคาบนี้จะมาศึกษา เรื่อง แร่ธาตุของพืช

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นเน้นมโนทัศน์เป้าหมาย (Focusing on the target concept) (20 นาที)

บทบาทครู :

1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม
2. แจกใบความรู้ที่ 3 เรื่อง แร่ธาตุของพืช
3. ให้นักเรียนอ่านข้อความที่กำหนดให้ในใบกิจกรรมที่ 3 แล้วร่วมกันอภิปรายเพื่อตอบคำถามลงในใบกิจกรรม

การดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอนที่ 2

1. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 5 คน แบบคละความสามารถ
2. ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นกล้วยไม้ที่เกาะอยู่บนต้นไม้ใหญ่และอ่านข้อความที่กำหนดให้

Ref. code: 25635919030063XHM

กล้วยไม้ที่เกาะอยู่ตามต้นไม้ มิใช่กาฝาก เป็นเพียงอาศัยเกาะ และอาศัยร่มเงาจากกิ่งและใบของต้นไม้เท่านั้น มิได้แย่งอาหารใด ๆ จากต้นไม้ ที่อาศัยเกาะนั้นเลย รากของกล้วยไม้ได้อาศัยความชื้นจากอากาศ หรือจากเปลือกของต้นไม้ แต่อาศัยธาตุอาหารต่าง ๆ จากการผุและสลายตัว ของใบไม้ที่ผุเปื่อยแล้ว กล้วยไม้เป็นต้นไม้ที่มีสีเขียว เช่นเดียวกับต้นไม้ทั่วไป จึงมีความต้องการแสงสว่าง น้ำหรือความชื้น ธาตุอาหาร และอุณหภูมิที่เหมาะสม เพื่อการดำรงชีวิต การเจริญเติบโต และผลิดอกออกช่อตามเวลาอันสมควร ไม่แตกต่างไปจากต้นไม้อื่น ๆ เลย

นักเรียนอ่านข้อความแล้วตอบคำถามต่อไปนี้ลงในใบกิจกรรมที่ 4

1) กล้วยไม้เกาะอยู่ที่ใด (บนต้นไม้)

2) กล้วยไม้และต้นไม้มีความสัมพันธ์กันอย่างไร (ภาวะอิงอาศัย คือ กล้วยไม้ได้ประโยชน์จากการเกาะอยู่บนต้นไม้ทำให้รับแสงได้ดี ส่วนต้นไม้ไม่ได้และไม่เสียประโยชน์)

3) นักเรียนคิดว่ากล้วยไม้มีชีวิตอยู่ได้อย่างไร (สร้างอาหารจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง)

4) พืชไม่ได้อยู่ในดินแล้วพืชได้รับอาหารจากที่ไหน (พืชสร้างอาหารที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง)

5) พืชที่มีรากฝังในดินหาอาหารได้อย่างไร (อาหารที่พืชสร้าง คือ น้ำตาลกลูโคสที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ส่วนรากทำหน้าที่ดูดน้ำและแร่ธาตุ)

*** ถ้านักเรียนยังเข้าใจผิด นักเรียนจะตอบว่า พืชได้อาหารจากการใช้รากดูดจากดิน ครูต้องเชื่อมโยงความรู้กับข้อมูลของต้นกล้วยไม้ที่รากไม่อยู่ในดิน

6) ให้นักเรียนบอกความแตกต่างของแร่ธาตุ และอาหารของพืช (แร่ธาตุเป็นธาตุอาหารที่ช่วยทำให้พืชสามารถทำงานได้ดีขึ้น เปรียบเหมือนมนุษย์ที่ต้องรับประทานผักและผลไม้เพื่อรับวิตามินและเกลือแร่

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นท้าทายความคิด (Challenging students' ideas) (10 นาที)

บทบาทครู :

1. ครูสุ่มนักเรียนจำนวน 2-3 กลุ่มออกมานำเสนอผลการระดมสมอง เรื่องการเจริญเติบโตของกล้วยไม้บนต้นไม้ใหญ่

2. ครูตั้งข้อสังเกตจากการนำเสนอของนักเรียนแต่ละกลุ่มว่ามีความเหมือนและความต่างในประเด็นใดบ้าง แล้วยกประเด็นเหล่านั้นขึ้นมาให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อให้นักเรียนเข้าใจว่า

Ref. code: 25635919030063XHM

“อาหารของพืช คือ น้ำตาล ไม่ใช่แร่ธาตุ แต่แร่ธาตุต่าง ๆ ที่พืชได้รับนั้นก็เป็นสิ่งจำเป็นที่พืชต้องนำไปทำให้กระบวนการต่าง ๆ ของพืชเกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์นั่นเอง”

การดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอนที่ 3

สุ่มให้นักเรียนจำนวน 2-3 กลุ่มออกมานำเสนอผลการระดมสมอง เรื่องเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของกล้วยไม้บนต้นไม้ใหญ่ และให้นักเรียนแสดงความเห็นในกลุ่มย่อยของตนเองให้เพื่อน ๆ ร่วมกันอภิปรายในชั้นเรียนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน นักเรียนอาจได้คำตอบเหมือนหรือแตกต่างจากเพื่อน (บางกลุ่มอาจได้คำตอบเหมือนเพื่อน บางกลุ่มอาจได้คำตอบต่างจากเพื่อน ซึ่งถ้านักเรียนได้คำตอบต่างจากเพื่อน ครูอาจช่วยโดยใช้คำถามนำ เพื่อให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น และหาข้อสรุปร่วมกันว่านักเรียนแต่ละกลุ่มมีเหตุผลใด หรือเบื้องหลังของความคิดใดสนับสนุนคำตอบของกลุ่มตนเอง

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นประยุกต์ความรู้ (Applying newly constructed ideas to similar situation) (10 นาที)

บทบาทครู :

1. ครูยกการทดลองของนักวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับการที่พืชสามารถเจริญเติบโตได้โดยไม่ใช้ดิน

2. ให้นักเรียนออกแบบการทดลอง เพื่อตรวจสอบการเจริญเติบโตของพืชโดยไม่ใช้ดิน เพื่อให้นักเรียนได้ประยุกต์ความรู้จากเรื่องที่ได้เรียนมากับสถานการณ์อื่น ๆ ต่อไป

การดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอนที่ 4

1. ครูยกประวัติของ ฌอง แบบติสท์ แวน เฮลมองท์ (J.B. Van Helmomt) ในปี ค.ศ. 1648 นักวิทยาศาสตร์ชาวเบลเยี่ยม ได้ทดลองปลูกต้นหลิวหนัก 5 ปอนด์ในถังใบใหญ่ที่บรรจุดินซึ่งทำให้แห้งสนิทหนัก 200 ปอนด์ ระหว่างทำกาทดลองได้รดน้ำต้นหลิวที่ปลูกไว้ทุก ๆ วัน ด้วยน้ำฝนหรือน้ำกลั่นเป็นระยะเวลา 5 ปีต้นหลิวเจริญขึ้นหนักเป็น 169 ปอนด์ 3 ออนซ์ (ไม่ได้รวมน้ำหนักของใบซึ่งร่วงไปในแต่ละปี) และเมื่อนำดินในถังมาทำให้แห้งแล้วนำไปชั่ง ปรากฏว่ามีน้ำหนักน้อยกว่าดินที่ใช้ก่อนทำการทดลองเพียง 2 ออนซ์เท่านั้น

2. หลังจากนักเรียนศึกษาการทดลองของ แวน เฮลมองท์ แล้วให้นักเรียนอภิปรายกลุ่มย่อยโดยตอบคำถามต่อไปนี้

1) นักเรียนคิดว่า แวน เฮลมองท์ ทดลองเพื่อตรวจสอบสิ่งใด (ทดสอบการเจริญเติบโตของต้นหลิวว่ามาได้อย่างไร)

2) นักเรียนคิดว่า แวน เฮลมองท์ สรุปผลการทดลองว่าอย่างไร (น้ำหนักของต้นหลิวที่เพิ่มขึ้นได้มาจากน้ำเพียงอย่างเดียว)

Ref. code: 25635919030063XHM

3) ถ้านักเรียนต้องการทราบว่าพืชเจริญเติบโตได้โดยไม่ใช้ดิน โดยครูยกสถานการณ์การปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ โดยครูเล่าเรื่อง **“การปลูกพืชไร้ดิน”** หรือวิธีไฮโดรโปนิกส์ (Hydroponics) ซึ่งเป็นการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน นับเป็นวิธีการใหม่ในการปลูกพืชโดยเฉพาะการปลูกผักและพืชที่ใช้เป็นอาหาร เนื่องจากประหยัดพื้นที่และไม่ปนเปื้อนกับสารเคมีต่าง ๆ ในดิน ทำให้ได้พืชผักที่สะอาดเป็นอาหาร ปัจจุบันนี้ในเทคนิคการปลูกพืชแบบไร้ดินหลายแบบด้วยกัน โดยมีประวัติความเป็นมาจากการที่นักวิจัยพบว่าพืชจะดูดซึมแร่ธาตุจากน้ำ ซึ่งมีโครงสร้างไม่ซับซ้อน ในสภาพตามธรรมชาตินั้นดินจะทำหน้าที่เป็นแหล่งสะสมน้ำและแร่ธาตุ แต่ดินเองนั้นไม่จำเป็นต่อการเติบโตของพืช เมื่อแร่ธาตุในดินละลายไปกับน้ำ รากของพืชก็จะสามารถดูดซึมแร่ธาตุนั้นได้ เมื่อใส่แร่ธาตุที่จำเป็นสำหรับพืชไว้ในแหล่งน้ำที่สร้างขึ้น ก็ไม่จำเป็นต้องใช้ดินเพื่อเป็นแหล่งแร่ธาตุของพืชอีกต่อไป พืชส่วนใหญ่จะเติบโตด้วยวิธีไฮโดรโปนิกส์ได้ แต่เติบโตได้ดีมากน้อยแตกต่างกัน การปลูกพืชไร้ดินนี้ทำได้ง่าย สะดวกและประหยัดพื้นที่ แต่ต้องมีอุปกรณ์ที่จำเป็น นั่นคือ แร่ธาตุสำหรับพืชที่ละลายอยู่ในน้ำแล้ว”

4) จากข้อมูลที่ครูเล่าให้ฟังนั้น ให้นักเรียนจับคู่แล้วร่วมกันวิเคราะห์ โดยการตอบคำถามต่อไปนี้ลงในกระดาษ A4

- นักเรียนคิดว่าพืชจำเป็นต้องปลูกในดินหรือไม่ (ไม่ เพราะ พืชต้องการน้ำและแร่ธาตุจากในดิน แต่เมื่อเราปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ ซึ่งมีทั้งน้ำและแร่ธาตุ จึงไม่จำเป็นต้องใช้ดินก็ได้)
- นักเรียนคิดว่าดินมีประโยชน์ต่อพืชอย่างไร (เป็นที่ยึดเกาะของรากพืช เป็นแหล่งดูดน้ำและแร่ธาตุของพืช)
- ถ้าพืชขาดดินพืชจะยังมีชีวิตอยู่ได้หรือไม่ เพราะอะไร (พืชไม่จำเป็นต้องปลูกในดิน ถ้าเราให้น้ำและแร่ธาตุแก่พืช พืชก็จะสามารถมีชีวิตอยู่ได้

การวัดและประเมินผล

วิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การวัด

1. สังเกตการตอบคำถามและมีส่วนร่วมในชั้นเรียน
2. ตรวจสอบความถูกต้องและการตอบคำถามของแบบฝึกหัดจากใบกิจกรรมที่ 4

เกณฑ์การประเมินผล

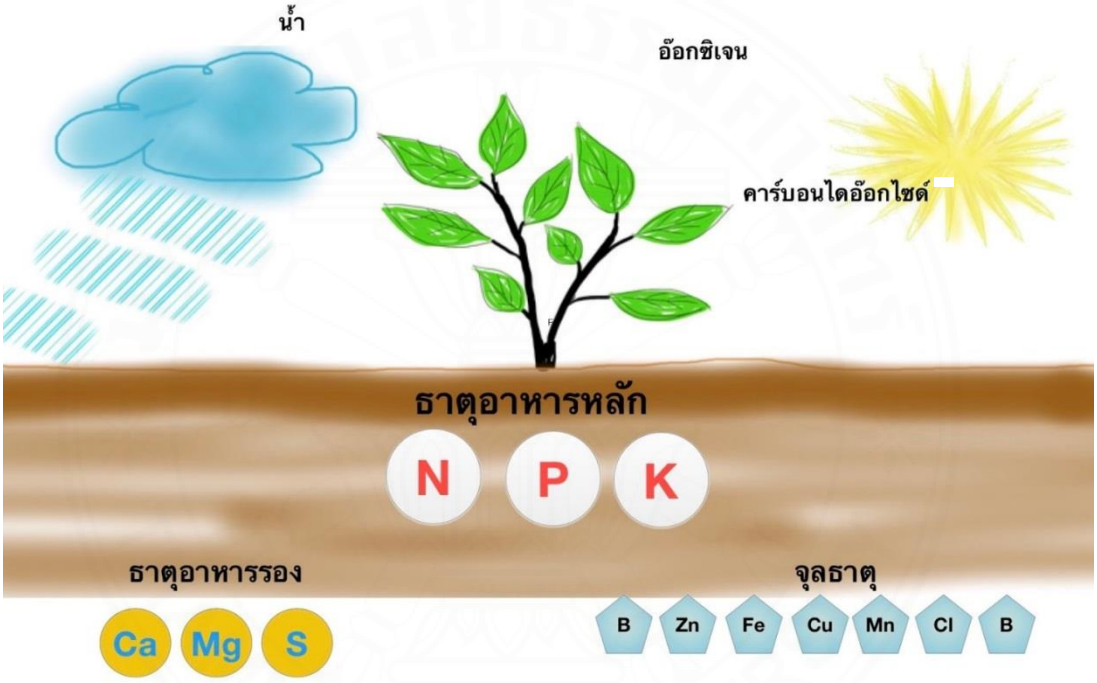
1. นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคำถาม
2. นักเรียนสามารถตอบคำถามในแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของแบบวัด
3. นักเรียนสามารถรับผิดชอบงานที่ตนเองได้รับมอบหมายได้
4. นักเรียนสามารถทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มได้

Ref. code: 25635919030063XHM

ใบความรู้ที่ 3 (Constructivist lesson plan)

เรื่อง แร่ธาตุของพืช

พืชจำเป็นต้องมีการใช้แร่ธาตุ ซึ่งดูดมาจากดินโดยรากและลำเลียงผ่านไปกับน้ำ เพื่อนำไปสร้างอาหารในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ดังนั้น แร่ธาตุจึงความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของพืช



ที่มา : http://giffideabanjerd.blogspot.com/2017/03/blog-post_8.html

พืชต้องการแร่ธาตุหลายชนิดที่มีอยู่ในดิน เช่น ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) ฯลฯ เพื่อช่วยในการเจริญเติบโต และทำให้พืชแข็งแรง โดยรากพืชจะทำหน้าที่ดูดซึมแร่ธาตุเหล่านี้ไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของพืช ซึ่งถ้าพืชได้รับแร่ธาตุเหล่านี้ไม่เพียงพอจะทำให้พืชเจริญเติบโตช้า แคระแกร็น และไม่แข็งแรง

แร่ธาตุของพืชในดิน จำนวน 13 ธาตุนั้น สามารถจัดได้ 3 กลุ่มดังนี้ คือ

กลุ่มที่ 1 แร่ธาตุหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แร่ธาตุทั้ง 3 ชนิดนี้ พืชมักต้องการเป็นปริมาณมาก แต่มักจะมีอยู่ในดินไม่ค่อยพอกับความต้องการของพืชที่ปลูกต้องช่วยเหลือโดยใส่ปุ๋ยให้แก่พืชอยู่เสมอ

Ref. code: 25635919030063XHM

ไนโตรเจน

ไนโตรเจน มีส่วนช่วยในการสร้างสารสีเขียวในพืช คือ คลอโรฟิลล์ ซึ่งเมื่อพืชขาดไนโตรเจน การเจริญเติบโตจะชะงัก ใบมีสีเหลืองหรือเหลืองปนส้ม หากเป็นมากใบจะมีสีน้ำตาล โดยจะเริ่มที่ใบแก่ส่วนล่างก่อน ส่วนใบอ่อนในระยะแรกจะยังมีธาตุไนโตรเจนให้ใช้อยู่จากได้รับจากใบแก่ที่อยู่ด้านล่าง หากไนโตรเจนมีอยู่น้อยมาก ใบด้านล่างจะเหลือง หลุดร่วง และลุกลามไปยังใบอ่อนที่อยู่ด้านบน ทำให้ใบอ่อนมีสีเขียวซีด และเหลือง การเจริญเติบโตของยอดหยุดชะงัก ลำต้นผอมสูง ลำต้นแคระแกร็น ใบ กิ่งก้านลีบเล็ก

ฟอสฟอรัส

ฟอสฟอรัสที่พบในพืช จะพบมากในท่อลำเลียงน้ำ เมล็ด ผล และในเซลล์พืช โดยทำหน้าสำคัญเกี่ยวกับการถ่ายทอดพลังงาน เป็นวัตถุดิบในกระบวนการสร้างสารต่าง ๆ และควบคุมระดับความเป็นกรด-ด่าง ของกระบวนการลำเลียงน้ำในเซลล์พืช การขาดธาตุฟอสฟอรัสมีผลต่อการออกดอกช้า จำนวนดอก ผล และเมล็ดน้อยลง ผลผลิตต่ำจากใบพืชที่เสื่อม และร่วงหล่นเร็วกว่าปกติ

โพแทสเซียม

โพแทสเซียม ช่วยกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ ช่วยในกระบวนการสร้างแป้ง ช่วยในกระบวนการสังเคราะห์แสง ช่วยในการลำเลียงสารอาหาร ช่วยรักษาสมดุลระหว่างกรด และเบส ถ้าพืชขาดโพแทสเซียม จะทำให้กระบวนการสังเคราะห์แสงลดลง การควบคุมการปิด-เปิดปากใบผิดปกติ ปากใบเปิดเล็กน้อย ทำให้มีผลต่อกระบวนการสร้าง และเคลื่อนย้ายน้ำตาลลดลง มีผลต่อคุณภาพของสี ขนาด น้ำหนัก ความหวาน และคุณภาพของผลหรือเมล็ดของพืช

กลุ่มที่ 2 แร่ธาตุรอง ได้แก่ แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) และกำมะถัน (S) แร่ธาตุ 3 ชนิดนี้ พืชต้องการมากเหมือนกัน บางธาตุก็มีความสำคัญไม่น้อยกว่ากลุ่มที่หนึ่ง แต่ธาตุทั้ง 3 นี้โดยปกติมักอยู่ในดินค่อนข้างมากเพียงพอกับความต้องการของพืชทั่ว ๆ ไป เมื่อเราใส่ปุ๋ยสำหรับธาตุในกลุ่มที่ 1 ธาตุในกลุ่มที่ 2 พืชก็มักจะติดมาด้วยไม่มากก็น้อย ดังนั้นจึงไม่ค่อยมีปัญหาเกิดการขาดหรือมีไม่พอเพียงกับความต้องการของพืช

กลุ่มที่ 3 แร่ธาตุเสริม หรือ จุลธาตุ ได้แก่ เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) โบรอน (B) โมลิบดินัม (Mo) ทองแดง (Cu) สังกะสี (Zn) และคลอรีน (Cl) ธาตุทั้งเจ็ดนี้ พืชโดยทั่วไปมีความต้องการเป็นปริมาณน้อยมาก เราจึงเรียกธาตุในกลุ่มนี้ว่า จุลธาตุ ซึ่งแร่ธาตุเหล่านี้บางธาตุก็มีอยู่ในดินเป็นปริมาณมาก เช่น เหล็กและแมงกานีส ซึ่งก็อาจกลายเป็นพิษแก่พืชได้ อย่างไรก็ตามธาตุพวกนี้รวมทั้งในกลุ่มที่ 2 ต่างก็มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชเท่าเทียมกันหมด และมีความสำคัญเท่าเทียมกับกลุ่มที่ 1 ด้วยเช่นกัน ถ้ามีธาตุใดขาดไป หรือไม่เพียงพอกับความต้องการของพืช พืชก็จะหยุดชะงักการเจริญเติบโต และจะตายไปในที่สุด

Ref. code: 25635919030063XHM

ใบกิจกรรมที่ 4

เรื่อง แร่ธาตุของพืช

กลุ่มที่.....ห้อง ป.4/.....

รายชื่อสมาชิก

1. .....เลขที่.....
2. .....เลขที่.....
3. .....เลขที่.....
4. .....เลขที่.....
5. .....เลขที่.....

จุดประสงค์

1. บอกได้ว่ารากมีหน้าที่ดูดน้ำและแร่ธาตุ แล้วลำเลียงผ่านท่อลำเลียงน้ำของลำต้น
2. บอกความแตกต่างของอาหารของพืช และแร่ธาตุได้
3. ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นกล้วยไม้ที่เกาะอยู่บนต้นไม้ใหญ่และอ่านข้อความที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถามที่กำหนดให้

หลังจากอ่านข้อความแล้วให้นักเรียนตอบคำถาม ต่อไปนี้

กล้วยไม้ที่เกาะอยู่ตามต้นไม้ มิใช่กาฝาก เป็นเพียงอาศัยเกาะ และอาศัยร่มเงาจากกิ่งและใบของต้นไม้เท่านั้น มิได้แย่งอาหารใด ๆ จากต้นไม้ ที่อาศัยเกาะนั้นเลย รากของกล้วยไม้ได้อาศัยความชื้นจากอากาศ หรือจากเปลือกของต้นไม้ และอาศัยธาตุอาหารต่าง ๆ จากการผุและสลายตัว ของใบไม้ที่ผุเปื่อยแล้ว กล้วยไม้เป็นต้นไม้ที่มีสีเขียว เช่นเดียวกับต้นไม้ทั่วไป จึงมีความต้องการแสงสว่าง น้ำหรือความชื้น ธาตุอาหาร และอุณหภูมิที่เหมาะสม เพื่อการดำรงชีวิต การเจริญเติบโต และผลิดอกออกช่อตามเวลาอันสมควร ไม่แตกต่างไปจากต้นไม้อื่น ๆ เลย

Ref. code: 25635919030063XHM

1) กล้วยไม้เกาะอยู่ที่ใด

.....

.....

2) กล้วยไม้และต้นไม้มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

.....

.....

3) นักเรียนคิดว่ากล้วยไม้มีชีวิตอยู่ได้อย่างไร

.....

.....

4) พืชไม่ได้อยู่ในดินแล้วพืชได้รับอาหารจากที่ไหน

.....

.....

5) พืชที่มีรากฝังในดินหาอาหารได้อย่างไร

.....

.....

6) บอกความแตกต่างของแร่ธาตุและอาหารของพืช

.....

.....

Ref. code: 25635919030063XHM

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) (The 5E's of inquiry-based learning)

เรื่อง ปัจจัยสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายวิชา วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

เวลา 2 คาบ ผู้สอน นางสาวอุษณีย์ เตรียมเชิดติวงศ์

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน

1. กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงต้องการแก๊สออกซิเจนและน้ำเป็นวัตถุดิบในการสร้างอาหาร
2. การสังเคราะห์ด้วยแสงสามารถเกิดขึ้นได้ โดยไม่ต้องใช้น้ำ
3. พืชดูดน้ำทางใบ เพื่อใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

1. กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงต้องการแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำเป็นวัตถุดิบในการสร้างอาหาร
2. กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง คือ กระบวนการสร้างอาหารของพืชที่ต้องใช้สารอินทรีย์ได้แก่ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำ และมีคลอโรฟิลล์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานเคมี ได้น้ำตาลซึ่งเป็นสารอินทรีย์เป็นผลิตภัณฑ์ และมีไอน้ำกับแก๊สออกซิเจนเป็นผลพลอยได้
3. พืชดูดน้ำทางรากด้วยกระบวนการออสโมซิส ซึ่งเป็นการแพร่ของน้ำผ่านเยื่อเลือกผ่านแล้วน้ำจะถูกส่งไปที่ใบ เพื่อใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

สาระสำคัญ

ปัจจัยสำคัญที่พืชใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ได้แก่ แก๊สคาร์บอนดออกไซด์ น้ำ แสง และคลอโรฟิลล์

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบหน่วยการเรียนรู้นี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. บอกวัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
2. เข้าใจว่ากระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นกระบวนการสร้างอาหารของพืช
3. แยกประเภทของวัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์ และผลพลอยได้ของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้

Ref. code: 25635919030063XHM

4. ปฏิบัติกิจกรรมเพื่ออธิบายความสำคัญของปัจจัยในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชได้
5. ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย

สาระการเรียนรู้

กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง หมายถึง กระบวนการสร้างอาหารของพืชที่พืชใช้สารสีเขียวที่เรียกว่า คลอโรฟิลล์ เพื่อดูดกลืนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานเคมี โดยใช้เปลี่ยนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่รับเข้ามาทางปากใบของพืชกับน้ำที่ถูกดูดเข้ามาทางราก ซึ่งเป็นวัตถุดิบในการสร้างอาหารให้เป็นน้ำตาลกลูโคส และเมื่อพืชนำไปใช้เป็นพลังงานแล้วไม่หมดจะเหลือเก็บสะสมไว้ในรูปของแป้ง นอกจากนั้น กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงนี้ ยังให้แก๊สออกซิเจนกับไอน้ำที่เป็นผลพลอยได้อีกด้วย

ปัจจัยในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช หมายถึง ปัจจัยสำคัญที่พืชจำเป็นต้องนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ได้แก่

1. แสง เป็นพลังงานที่พืชใช้ โดยคลอโรฟิลล์จะดูดกลืนแสงและเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมี
2. คลอโรฟิลล์ เป็นสารสีเขียว พบได้ส่วนใหญ่ในบริเวณพืชที่มีสีเขียว มีหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานเคมี
3. น้ำ ถูกออสโมซิสเข้ามาทางรากพืชเพื่อเป็นวัตถุดิบในกระบวนการสร้างอาหาร
4. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ถูกดูดเข้ามาทางปากใบของพืช เพื่อเป็นวัตถุดิบในกระบวนการสร้างอาหาร

สื่อการเรียนรู้

1. แผนภูมิ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
2. ใบความรู้ที่ 1
3. ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
4. อุปกรณ์การทดลอง ได้แก่ 1) ใบไม้ด่าง 2) บีกเกอร์ 3) จานเพาะเชื้อ 4) หลอดหยด 5) สารละลายไอโอดีน 6) ไม้ขีดไฟ 7) หลอดทดลองทนไฟ 8) ตะเกียงแอลกอฮอล์ 9) ที่กั้นลมพร้อมตะแกรงลวด 10) เอทิลแอลกอฮอล์ 95 %

Ref. code: 25635919030063XHM

กิจกรรมการเรียนรู้

คาบที่ 1

ขั้นสร้างความสนใจ (10 นาที)

ครูชวนนักเรียนสนทนาถึงอาหารที่รับประทานก่อนที่จะเข้าคาบเรียน

- นักเรียนรับประทานอาหารอะไรมาบ้างก่อนที่นักเรียนจะเข้ามาเรียนในคาบนี้ (ข้าวหมูทอด ก๋วยเตี๋ยว ฯลฯ)
- ให้นักเรียนยกตัวอย่างวัตถุดิบที่พืชนำมาใช้ทำอาหาร เช่น ก๋วยเตี๋ยว ประกอบด้วย เส้นก๋วยเตี๋ยว ลูกชิ้น เนื้อหมู ผัก น้ำ เป็นต้น)
- นักเรียนคิดว่าวิธีกินอาหารของนักเรียนเหมือนกันหรือไม่ (ไม่เหมือนกัน พืชสร้างอาหารได้จากการนำสารอนินทรีย์มาเปลี่ยนเป็นสารอินทรีย์ ส่วนคนนำสารอินทรีย์มาเปลี่ยนเป็นสารอนินทรีย์)
- นักเรียนคิดว่าอาหารของพืชคืออะไร (น้ำตาลแล้วเปลี่ยนเป็นแป้ง)
- นักเรียนคิดว่าวัตถุดิบที่พืชใช้สร้างอาหารมีอะไรบ้าง (แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และ น้ำ)
- นักเรียนจะตรวจสอบวัตถุดิบที่ในการสร้างอาหารได้อย่างไร (ตรวจสอบผลผลิตที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช คือ ตรวจแป้งในพืช)

ขั้นสำรวจและค้นหา (30 นาที)

1. ให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 1
2. ให้นักเรียนศึกษาวิธีการทดลองในใบกิจกรรม
3. ให้นักเรียนทำตามขั้นตอน ดังนี้
   1) นำใบไม้ด่างมาวาดรูปและระบายสีตามที่เห็นจริงบนกระดาน
   2) เทน้ำลงในบีกเกอร์ที่เตรียมไว้ประมาณ 1/2 ของบีกเกอร์ต้มจนเดือดแล้วจึงใส่ใบไม้ด่าง ต้มต่อประมาณ 3 - 4 นาที
   3) นำใบไม้ที่ต้มแล้วใส่ในหลอดทดลองที่บรรจุเอทิลแอลกอฮอล์ 95% จากนั้นนำไปใส่ใน บีกเกอร์อีกใบที่บรรจุน้ำเดือดต้มจนกว่าใบไม้จะซีดเป็นสีขาว
   4) นำใบไม้ที่ต้มจนซีดขาวแล้วมาล้างน้ำสะอาดและวางลงบนจานแก้ว คลี่ใบออกใช้หลอดหยดดูดสารละลายไอโอดีนเข้มข้น 1% แล้วหยดลงบนใบไม้ ทิ้งไว้สักครู่สังเกตและบันทึกผลการเปลี่ยนแปลง
   5) ครูให้นักเรียนสังเกตผลการทดลองของใบไม้ด่าง 2 บริเวณ คือ บริเวณที่เป็นสีขาวกับบริเวณที่เป็นสีเขียว โดยเปรียบเทียบกับรูปใบไม้ที่วาดไว้บนกระดานว่าผลการทดลองที่ได้ เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร (ผลการทดลองที่ได้มีความแตกต่างกัน ดังนี้ บริเวณที่มีสีเขียวเกิดการ

Ref. code: 25635919030063XHM

เปลี่ยนแปลงของสารละลายไอโอดีนจากสีน้ำตาลเป็นสีม่วงแกมน้ำเงิน ส่วนบริเวณที่มีสีขาวไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงของสารละลายไอโอดีน)

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (10 นาที)

ให้นักเรียนสรุปผลการทดลองในใบกิจกรรมที่ 1 โดยนักเรียนสามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้ จากการทำกิจกรรม พบว่าในใบไม้ที่นำมาทดสอบแป้งสะสมอยู่ โดยสังเกตได้จากการหยดสารละลายไอโอดีนลงไปในใบไม้ที่มีสีเขียวจะเปลี่ยนสีของสารละลายไอโอดีนจากสีน้ำตาลเป็นสีม่วงแกมน้ำเงิน ส่วนบริเวณที่ไม่มีสีเขียวจะไม่เปลี่ยนสีของสารละลายไอโอดีน ดังนั้น บริเวณที่มีสีเขียวพืชจะสร้างแป้ง ซึ่งเป็นอาหารของพืชที่ถูกเปลี่ยนมาจากน้ำตาล

คาบที่ 2

ขั้นขยายความรู้ (30 นาที)

1. ครูมอบหมายให้นักเรียนแต่ละคนทำรายงาน เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช โดยเนื้อหาของรายงานต้องครอบคลุมประเด็นตามที่กำหนด ดังนี้

1) การอธิบายปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช

2) การอธิบายกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

2. สุ่มนักเรียน 4- 5 คนออกมานำเสนอผลงานของตนเอง

ขั้นประเมินผล (20 นาที)

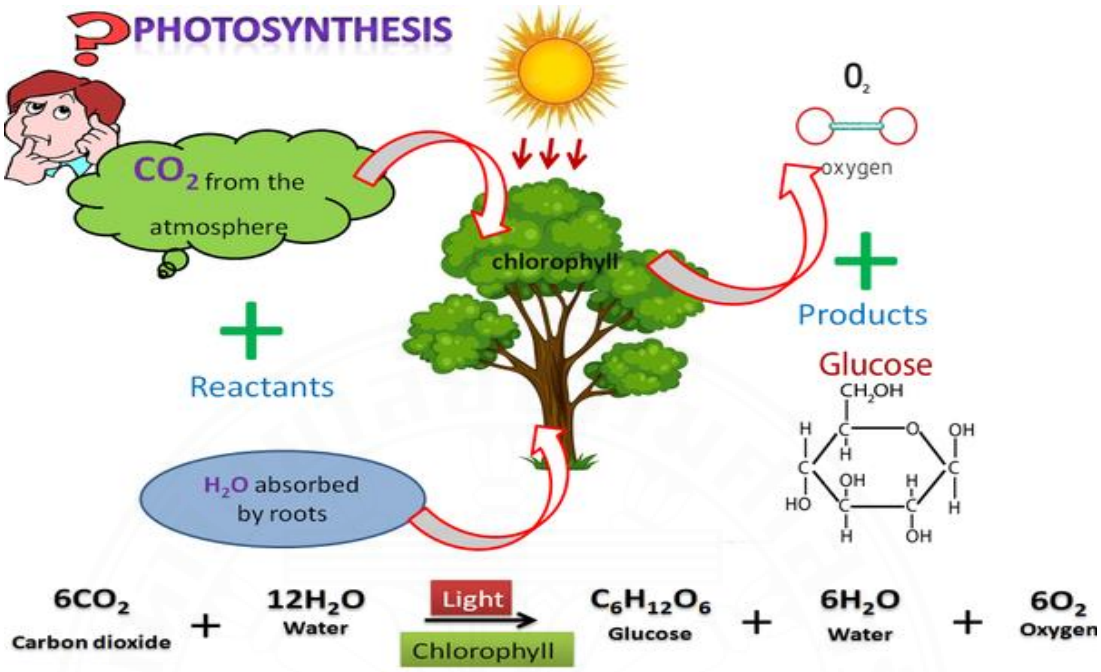
1. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาเกี่ยวกับปัจจัยสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง กล่าวคือ นักเรียนต้องสรุปได้ดังนี้

1) ปัจจัยสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ได้แก่ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ แสงแดด และคลอโรฟิลล์

2) วัตถุดิบที่พืชใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง คือ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และ น้ำ

2. ครูนำแผนภูมิกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชมาให้นักเรียนดูและให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดลงในใบกิจกรรมที่ 1

Ref. code: 25635919030063XHM



ที่มา : https://www.quora.com/What-are-byproducts-of-photosynthesis

การวัดและประเมินผล

วิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การวัด

1. สังเกตการตอบคำถามและมีส่วนร่วมในชั้นเรียน
2. ตรวจรายงาน เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
3. ตรวจสอบความถูกต้องและการตอบคำถามของแบบฝึกหัดจากใบกิจกรรมที่ 1

เกณฑ์การประเมินผล

1. นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคำถาม
2. นักเรียนสามารถตอบคำถามในแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของแบบวัด
3. นักเรียนสามารถรับผิดชอบงานที่ตนเองได้รับมอบหมายได้

Ref. code: 25635919030063XHM

ใบความรู้ที่ 1

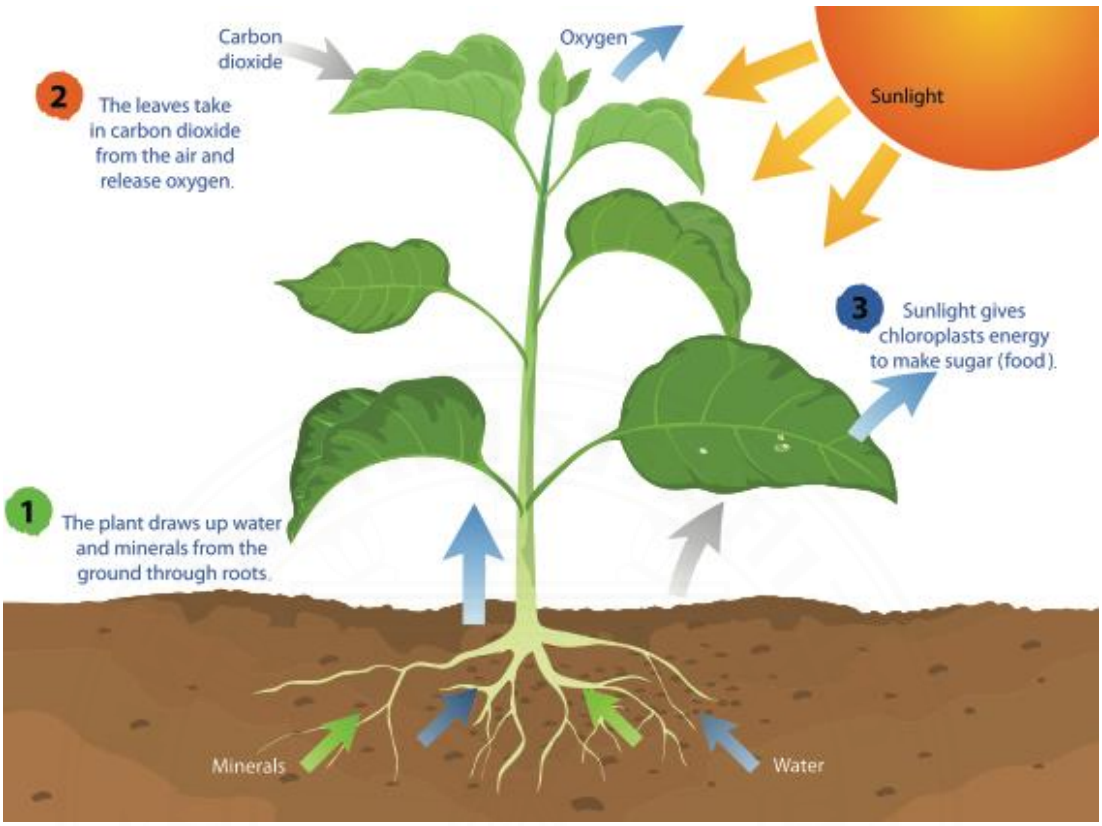
เรื่อง ปัจจัยสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (Photosynthesis) หมายถึง กระบวนการสร้างอาหารของพืชที่พืชใช้สารสีเขียวที่เรียกว่า คลอโรฟิลล์มาดูดกลืนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานเคมี เพื่อใช้เปลี่ยนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่รับเข้ามาทางปากใบของพืชกับน้ำที่ถูกออสโมซิสเข้ามาทางราก ซึ่งเป็นวัตถุดิบในการสร้างอาหารมาเปลี่ยนเป็นน้ำตาลกลูโคส และเมื่อพืชนำไปใช้เป็นพลังงานแล้วไม่หมดจะเหลือเก็บสะสมไว้ในรูปของแป้ง นอกจากนั้น จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงนี้ยังให้แก๊สออกซิเจนกับไอน้ำเป็นผลพลอยได้อีกด้วย

ปัจจัยในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ในการสร้างอาหารพืชต้องอาศัยปัจจัยสำคัญที่จำเป็น ดังนี้

1. คลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) เป็นสารที่ดูดกลืนแสงพบอยู่ในคลอโรพลาสต์ ดูดกลืนแสงสีน้ำเงินกับแสงสีแดงมาใช้ และสะท้อนแสงสีเขียวออกมา ทำให้เห็นพืชมีสีเขียว สามารถพบคลอโรฟิลล์ได้ที่ใบและส่วนอื่น ๆ ที่มีสีเขียว เช่น ที่ลำต้น ราก เป็นต้น คลอโรฟิลล์จะมีมากในใบที่แก่จัด ส่วนในใบอ่อนหรือใบที่แก่จนเหลืองจะมีการสร้างคลอโรฟิลล์ได้น้อยหรือคลอโรฟิลล์อาจสลายไป
2. แสง (Light) เป็นปัจจัยสำคัญ เพื่อสร้างพลังงานที่ใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ปริมาณแสงที่เหมาะสมในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงจะแตกต่างกันตามชนิดของพืช และสภาพแวดล้อมของพืชที่อยู่ เช่น เมื่อพืชได้รับปริมาณของแสงต่ำกว่าที่พืชต้องการ พืชจะมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงต่ำ ทำให้พืชขาดอาหาร เจริญเติบโตช้าและอาจตายไปในที่สุด ในทางตรงกันข้ามหากพืชได้รับแสงมากเกินไปอาจทำให้ใบของพืชไหม้ได้
3. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide : CO_2) เป็นวัตถุดิบที่นำไปใช้ในการสร้างน้ำตาลกลูโคสซึ่งเป็นอาหารของพืช โดยพืชนำ CO_2 เข้ามาทางปากใบ การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีปริมาณของ CO_2 ในบรรยากาศเพิ่มขึ้น (ยกเว้นเมื่อปากใบปิดเพราะการขาดน้ำหรือลดการสูญเสียน้ำ)
4. น้ำ (H_2O) พืชดูดน้ำจากดินผ่านทางขนรากเพื่อลำเลียงไปใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง น้ำเกี่ยวข้องกับการเปิดปิดของปากใบ การขาดน้ำทำให้ปากใบปิดเพื่อลดการคายน้ำ และการทำงานต่าง ๆ ของพืชจะผิดปกติ ทำให้การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชลดลง

Ref. code: 25635919030063XHM



ที่มา : https://ssec.si.edu/stemvisions-blog/what-photosynthesis

สรุปกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

เมื่อพืชเกิดกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง จะได้น้ำตาลกลูโคส ($C_6H_{12}O_6$) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์และน้ำตาลกลูโคสที่สังเคราะห์ได้นี้ บางส่วนถูกนำไปใช้ในกระบวนการหายใจของพืช เพื่อเปลี่ยนเป็นพลังงานต่อไป น้ำตาลบางส่วนถูกเปลี่ยนไปเป็นแป้งทันที และพืชจะเก็บสะสมไว้ที่ใบ ราก และลำต้น ซึ่งเราสามารถตรวจแป้งในส่วนต่าง ๆ ของพืชได้ รวมทั้งที่ใบด้วย และน้ำตาลที่เหลืออยู่บางส่วนจะถูกนำไปใช้ในการสร้างเซลลูโลส ซึ่งเป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์ของพืช นอกจากนี้น้ำตาลบางส่วนจะรวมกับแร่ธาตุในเซลล์พืชแล้วเปลี่ยนไปเป็นสารอื่นได้อีก เช่น โปรตีน ไขมัน น้ำมันในเมล็ดพืช เป็นต้น

Ref. code: 25635919030063XHM

ใบกิจกรรมที่ 1

เรื่อง ตรวจสอบอาหารของพืช

กลุ่มที่.....ห้อง ป.4/.....

รายชื่อสมาชิก

1. .....เลขที่.....
2. .....เลขที่.....
3. .....เลขที่.....
4. .....เลขที่.....
5. .....เลขที่.....

จุดประสงค์

1. บอกวัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
2. เข้าใจว่ากระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นกระบวนการสร้างอาหารของพืช
3. แยกประเภทของวัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์ และผลพลอยได้ของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้
4. ปฏิบัติกิจกรรมเพื่ออธิบายความสำคัญของคลอโรฟิลล์ในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชได้
5. ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย

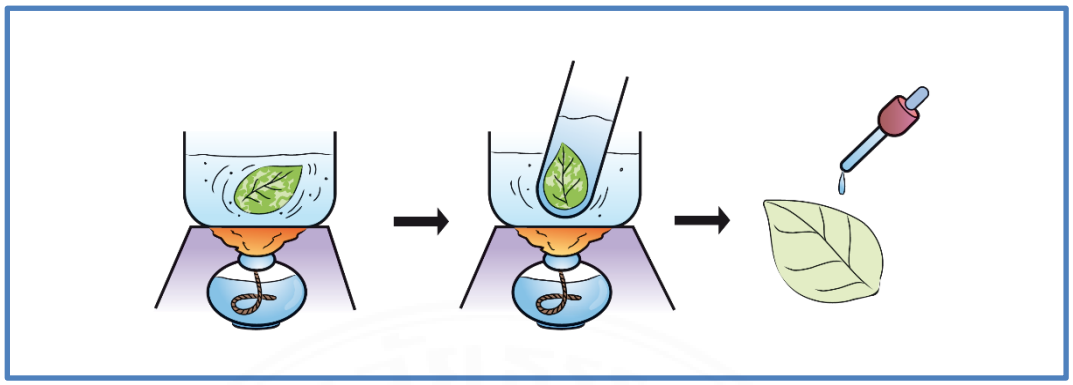
วิธีทดลอง

1. นำใบไม้ด่างมาวาดรูปและระบายสีตามที่เห็นจริงไว้ในตารางบันทึกผลการทดลอง
2. เทน้ำลงในบีกเกอร์ที่เตรียมไว้ประมาณ 1/2 ของบีกเกอร์ ต้มจนเดือดแล้วจึงใส่ใบไม้ด่างต้มต่อประมาณ 3 - 4 นาที
3. นำใบไม้ที่ต้มแล้วใส่ในหลอดทดลองที่บรรจุเอทิลแอลกอฮอล์ 95% จากนั้นนำไปใส่ในบีกเกอร์อีกใบที่บรรจุน้ำเดือดต้มจนกว่าใบไม้จะซีดเป็นสีขาว
4. นำใบไม้ที่ต้มจนซีดขาวแล้วมาล้างน้ำสะอาดและวางลงบนจานแก้ว คลี่ใบออกใช้หลอดหยดดูดสารละลายไอโอดีนเข้มข้น 1% แล้วหยดลงบนใบไม้ ทิ้งไว้สักครู่สังเกตและบันทึกผลการเปลี่ยนแปลง

อุปกรณ์

1) ใบไม้ด่าง	2) บีกเกอร์	3) จานเพาะเชื้อ	4) หลอดหยด
5) สารละลายไอโอดีน	6) ไม้ขีดไฟ	7) หลอดทดลองทนไฟ	
8) ตะเกียงแอลกอฮอล์	9) ที่กั้นลมพร้อมตะแกรงลวด	10) เอทิลแอลกอฮอล์ 95 %	

Ref. code: 25635919030063XHM



ตารางบันทึกผล

ชื่อพืช	วาดภาพลักษณะของใบพืช	
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Ref. code: 25635919030063XHM

ใบกิจกรรมที่ 2

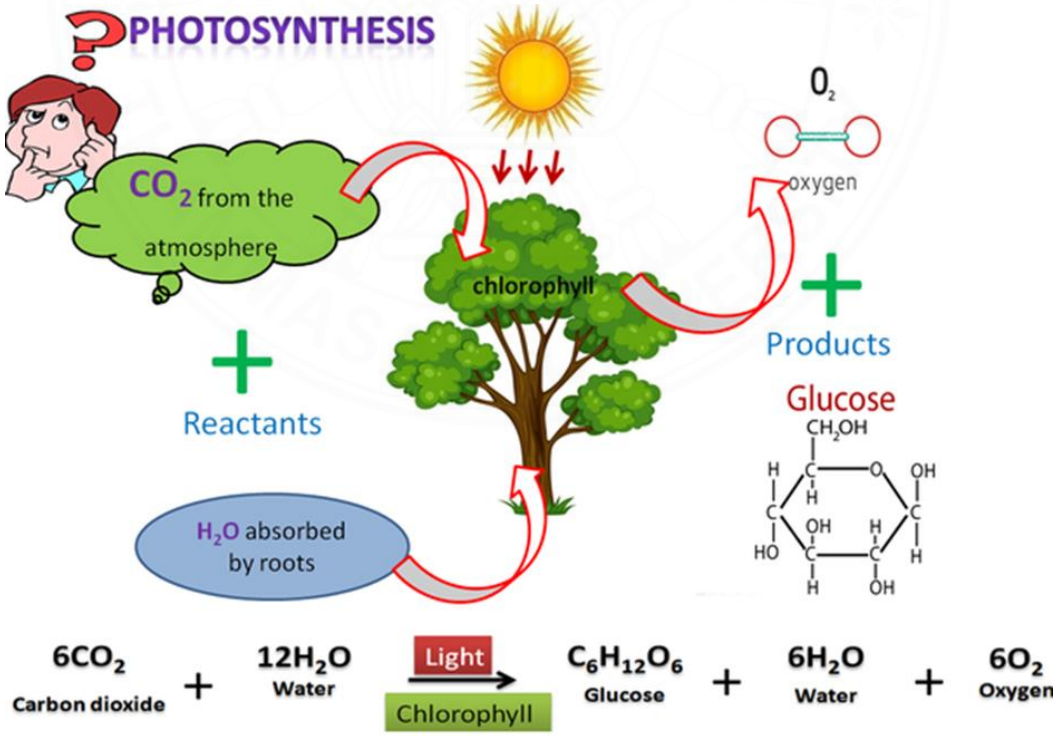
เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

ชื่อ..... **ชั้น** ..... **เลขที่** .....

จุดประสงค์

1. บอกวัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง
2. เข้าใจว่ากระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นกระบวนการสร้างอาหารของพืช
3. แยกประเภทของวัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์ และผลพลอยได้ของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้
4. ปฏิบัติกิจกรรมเพื่ออธิบายความสำคัญของปัจจัยในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชได้
5. ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาแผนภูมิกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชแล้วตอบคำถาม ดังนี้



ที่มา : https://www.quora.com/What-are-byproducts-of-photosynthesis

Ref. code: 25635919030063XHM

ตอบคำถาม

1. พืชดูดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เข้ามาทางใด

   .....

   .....

2. พืชดูดน้ำเข้ามาทางใด

   .....

   .....

3. ปัจจัยที่จำเป็นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชมี 4 อย่าง คือ

   .....

   .....

4. วัตถุดิบในการสังเคราะห์ด้วยแสง คือ

   .....

   .....

5. สิ่งใดในพืชที่ทำหน้าที่ดูดกลืนพลังงานแสง แล้วเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมี

   .....

   .....

6. กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เป็นกระบวนการที่พืชทำอะไร

   .....

   .....

7. ผลผลิตที่พืชสร้าง คือ อะไร

   .....

   .....

8. ผลพลอยได้ของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง คือ อะไร

   .....

   .....

9. คลอโรฟิลล์มีหน้าที่ใด

   .....

   .....

10. น้ำตาลกลูโคสที่พืชสร้าง ถ้าใช้ไม่หมด พืชจะเก็บไว้ในรูปของสิ่งใด

    .....

    .....

Ref. code: 25635919030063XHM

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) (The 5E's of inquiry-based learning)

เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงกับการหายใจของพืช กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
รายวิชา วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
เวลา 2 คาบ ผู้สอน นางสาวอุษณีย์ เตรียมเชิดติวงศ์

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน

1. การสังเคราะห์ด้วยแสง คือการหายใจของพืช
2. เมื่อพืชทำการสังเคราะห์ด้วยแสง พืชจะไม่หายใจ
3. พืชสังเคราะห์ด้วยแสงในเวลากลางวัน และพืชหายใจในเวลากลางคืน
4. พืชใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในการหายใจ และผลิตออกซิเจน

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

1. กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง คือ กระบวนการสร้างอาหารของพืชที่ต้องใช้สารอินทรีย์ได้แก่ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำ และมีคลอโรฟิลล์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานเคมี ได้น้ำตาลซึ่งเป็นสารอินทรีย์เป็นผลิตภัณฑ์ และมีไอน้ำกับแก๊สออกซิเจนเป็นผลพลอยได้ ซึ่งกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชจะเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่มีแสง

2. กระบวนการหายใจของพืช เป็นกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊สของพืช ซึ่งส่วนใหญ่เกิดขึ้นที่ใบ พืชใช้แก๊สออกซิเจนที่ได้จากการหายใจเพื่อนำไปใช้สลายอาหาร คือ น้ำตาลกลูโคสให้เป็นพลังงาน และจะปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กับไอน้ำออกมา ซึ่งพืชเป็นสิ่งมีชีวิตประกอบด้วยเซลล์ต่าง ๆ ทำให้พืชต้องมีการหายใจตลอดเวลา

สาระสำคัญ

การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชเกิดในเวลากลางวันที่มีแสง ส่วนการหายใจของพืชจะเกิดขึ้นตลอดเวลา

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบหน่วยการเรียนรู้นี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. เข้าใจว่ากระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นกระบวนการสร้างอาหารของพืช
2. บอกความแตกต่างของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงกับกระบวนการหายใจของพืชได้

Ref. code: 25635919030063XHM

3. ระบุชนิดของแก๊สที่พืชใช้ในการหายใจได้
4. ปฏิบัติกิจกรรมเพื่อตรวจสอบแก๊สที่พืชใช้ในการหายใจได้ครบถ้วนตามขั้นตอน
5. ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย

สาระการเรียนรู้

กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง หมายถึง กระบวนการสร้างอาหารของพืช เกิดในเวลาที่มีแสง เป็นกระบวนการที่ใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำเป็นวัตถุดิบ และพืชต้องใช้คลอโรฟิลล์ดูดกลืนพลังงานแสงมาช่วยให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมี ได้น้ำตาลเป็นผลิตภัณฑ์ และพืชจะปล่อยแก๊สออกซิเจน และ ไอน้ำออกมา

กระบวนการหายใจของพืช หมายถึง กระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊สของพืช เกิดขึ้นตลอดเวลา โดยพืชใช้แก๊สออกซิเจนที่ได้จากการหายใจ เพื่อใช้สลายอาหาร คือ น้ำตาลกลูโคสไปเป็นพลังงาน และจะปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กับไอน้ำออกมา

สื่อการเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 2
2. ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงกับการหายใจของพืช
3. อุปกรณ์การทดลอง ได้แก่ 1) ใบไม้ 2) กล้องจุลทรรศน์ 3) มีด 4) แผ่นสไลด์ 5) กระจกปิดสไลด์

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นสร้างความสนใจ (10 นาที)

1. ครูให้นักเรียนลองเงียบแล้วสูดหายใจลึก ๆ จากนั้นสอบถามนักเรียนว่า มนุษย์เราหายใจทำไม (มนุษย์ต้องหายใจ ถ้าไม่หายใจมนุษย์จะตาย)
2. นักเรียนคิดว่ามีมนุษย์เท่านั้นหรือไม่ที่ต้องหายใจ (มนุษย์ พืช และสัตว์ ล้วนต้องหายใจ)
3. เหตุใดมนุษย์ พืช และสัตว์ ต้องหายใจ (เพราะเป็นสิ่งมีชีวิต)
4. มนุษย์ พืช และสัตว์ หายใจโดยใช้แก๊สใด (แก๊สออกซิเจน)
5. มนุษย์ พืช และสัตว์ หายใจทางใด (มนุษย์หายใจทางจมูก/ปอด สัตว์หายใจทางจมูก/ปอด/ผิวหนัง/เหงือก ฯลฯ ส่วนพืชหายใจทางใบ)
6. นักเรียนคิดว่าใบหายใจบริเวณใด (ทางปากใบ)

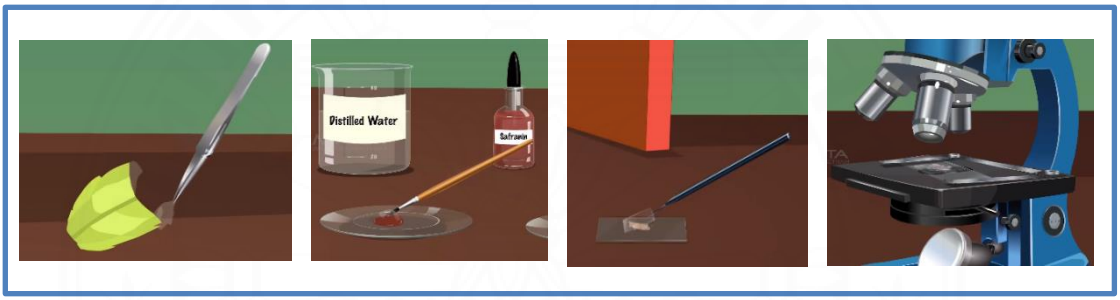
Ref. code: 25635919030063XHM

ขั้นสำรวจและค้นหา (30 นาที)

1. ให้นักเรียนทำการทดลองโดยการนำใบไม้ชนิดต่าง ๆ มาฉีก แล้วตัดส่วนของใบที่มีความบางวางบนแผ่นสไลด์ ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์

2. นำไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ แล้วให้นักเรียนสังเกตและบันทึกผลลงในใบกิจกรรมที่ 3 ดังนี้

- สังเกตจำนวนเซลล์ของปากใบว่ามีมากน้อยเพียงใด (ปากใบพืชมีจำนวนมาก ทั้ง ๆ ที่ตัดออกมาจากส่วนท้องใบเพียงเล็กน้อย)
- รูปร่างของปากใบมีลักษณะอย่างไร (รูปร่างของปากใบคล้ายเมล็ดถั่ว 2 อันมาประกบกัน)
- นักเรียนคิดว่าพืชมีกิจกรรมใดผ่านทางปากใบบ้าง (การหายใจ และการคายน้ำ)



ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (10 นาที)

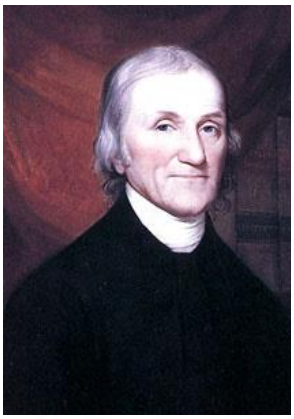
ให้นักเรียนสรุปผลการทำกิจกรรมลงในใบกิจกรรมที่ 3 และให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถามเพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า ปากใบเป็นทางผ่านของอากาศ ซึ่งมีทั้งแก๊สออกซิเจนและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ โดยพืชใช้แก๊สออกซิเจนในการหายใจ และใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในกระบวนการสร้างอาหาร พืชจะหายใจตลอดเวลา คือ ทั้งกลางวันและกลางคืน เพราะพืชเป็นสิ่งมีชีวิตนั้นเอง

Ref. code: 25635919030063XHM

คาบที่ 2

ขั้นขยายความรู้ (30 นาที)

1. ให้นักเรียนอ่านข้อมูลและดูภาพการทดลองของ **<u>โจเซฟ พริสท์ลีย์</u>** (Joseph Priestley) แล้วให้นักเรียนตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 4



Joseph Priestley

ในปี ค.ศ. 1772 นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษกล่าวได้ว่า...

"การหายใจ การเน่าเปื่อยและการตายของสัตว์ ทำให้อากาศเสีย แต่พืชจะทำให้อากาศเสียนั้นบริสุทธิ์ขึ้นและมีประโยชน์ ต่อการดำรงชีวิต"

เขาได้ทำการทดลองโดยจุดเทียนไขไว้ในครอบแก้ว ปรากฏว่าสักครู่เทียนไขก็ดับ และเมื่อใส่หนูเข้าไปในครอบแก้วครู่ต่อมาหนูก็ตาย แต่ถ้าเอาพืชสีเขียวใส่ในครอบแก้วที่เคยจุดเทียนไขเอาไว้ก่อนแล้ว อีก 10 วันต่อมาเมื่อจุดเทียนไขในครอบแก้วนั้นใหม่ ปรากฏว่าเทียนไขลุกไหม้อยู่ได้ระยะหนึ่งโดยไม่ดับทันที

รูปที่ 5. การทดลองของโจเซฟ พริสต์ลีย์

ที่มา : www. sakolraj.ac.th (อ้างอิงมาจาก Moore, R., 1995)

ภาพที่ 2 การทดลองเพิ่มเติมของโจเซฟ พริสต์ลีย์

ที่มา : www. sakolraj.ac.th (อ้างอิงมาจาก Moore, R., 1995)

Ref. code: 25635919030063XHM

ก่อนที่นักเรียนจะทำแบบฝึกหัดในใบกิจกรรมที่ 4 ครูช่วยอธิบายการทดลองของ โจเซฟ พริสท์ลีย์ นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ ได้พิมพ์ผลงานที่ทำการทดลอง ดังนี้

- โจเซฟ พริสท์ลีย์ ทดลองจุดเทียนไขไว้ในครอบแก้ว ปรากฏว่าสักครู่เทียนไขก็ดับ และเมื่อใส่หนูเข้าไปในครอบแก้วครู่ต่อมาหนูก็ตาย
- เมื่อนำหนูที่มีชีวิตไปไว้ในครอบแก้วเดิมที่เทียนไขดับปรากฏว่าหนูตายเกือบทันที และเมื่อจุดเทียนไขแล้วนำไปใส่ในครอบแก้วเดิมที่หนูตายอยู่แล้ว ปรากฏว่าเทียนไขดับเกือบทันที
- อากาศที่หนูหายใจออกมาและอากาศที่ทำให้เทียนไขดับ ในสมัยนั้นเรียกว่า “อากาศเสีย” สิ่งที่สงสัยในยุคนั้นก็คือ คนและสัตว์อื่น ๆ เป็นจำนวนมากกำลังหายใจอยู่ตลอดเวลา และยังมีการเผาไหม้สิ่งต่าง ๆ
- เขาได้ทดลองนำหนูใส่ไว้ในครอบแก้วเดียวกันกับพืชสีเขียว ปรากฏว่าทั้งพืชและหนู สามารถมีชีวิตอยู่ได้
- การทดลองโดยบังเอิญครั้งหนึ่งพริสต์ลีย์ได้นำเอาพืชสีเขียวใส่ในครอบแก้วที่เคยจุดเทียนไขเอาไว้ก่อนแล้ว อีก 10 วันต่อมา เมื่อจุดเทียนไขในครอบแก้วนั้นใหม่ ปรากฏว่าเทียนไขลุกไหม้อยู่ได้ระยะหนึ่ง โดยไม่ดับทันที
- หลายครั้งที่พริสต์ลีย์ได้แบ่งอากาศหลังจากเทียนไขดับแล้วออกเป็น 2 ส่วน นำพืชใส่ไว้ในส่วนหนึ่ง และอีกส่วนหนึ่งใส่แต่แก้วบรรจุน้ำ ทิ้งไว้ระยะหนึ่งจุดเทียนไขอากาศทั้ง 2 ส่วน พบว่าเทียนไขลุกไหม้ได้ระยะหนึ่งในอากาศส่วนแรก แต่จะดับทันทีในอากาศส่วนที่สอง
- หลังจากนั้นเขาได้ศึกษาคุณสมบัติของแก๊สและอากาศ และทราบว่า”อากาศดี” ช่วยในการเผาไหม้และการหายใจของสัตว์ แต่การหายใจของสัตว์และการเผาไหม้ของเทียนไขทำให้เกิด “อากาศเสีย”

2. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในใบกิจกรรมที่ 4

ขั้นประเมินผล (10 นาที)

ให้นักเรียนร่วมกันสรุปข้อมูลจากการเรียนรู้ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงกับการหายใจของพืช ดังนี้

“การหายใจ การเน่าเปื่อยและการตายของสัตว์ ทำให้อากาศเสีย แต่พืชจะทำให้อากาศเสียนั้นบริสุทธิ์ขึ้นและมีประโยชน์ ต่อการดำรงชีวิต”

Ref. code: 25635919030063XHM

การวัดและประเมินผล

วิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การวัด

1. สังเกตการตอบคำถามและมีส่วนร่วมในชั้นเรียน
2. ตรวจสอบความถูกต้องและการตอบคำถามของแบบฝึกหัดจากใบกิจกรรมที่ 3 – 4

เกณฑ์การประเมินผล

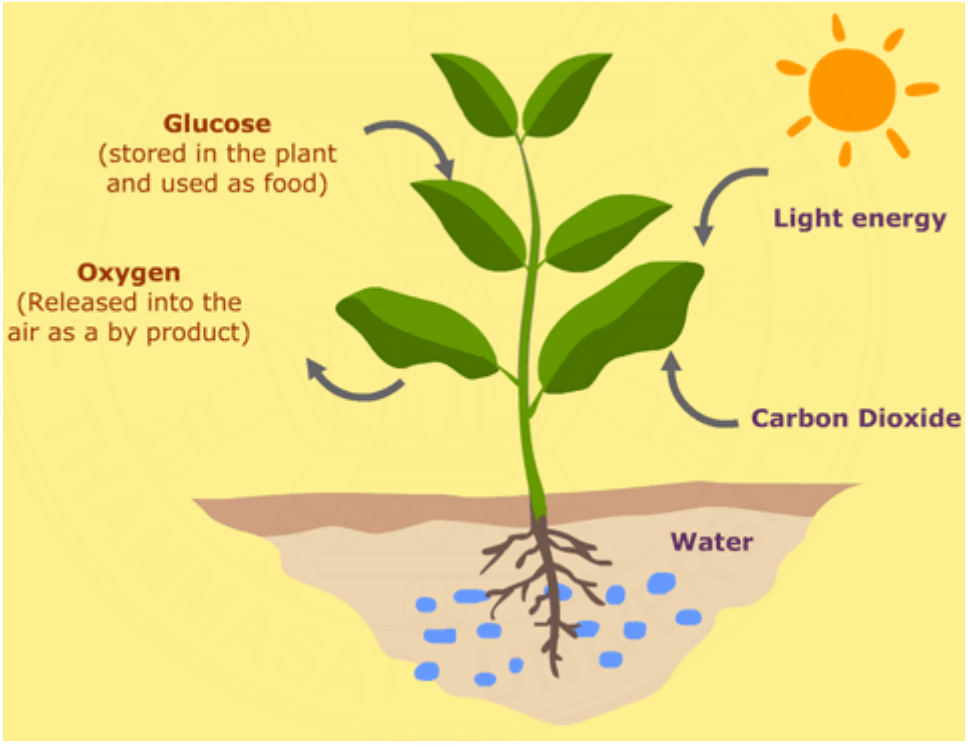
1. นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคำถาม
2. นักเรียนสามารถตอบคำถามในแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของแบบวัด
3. นักเรียนสามารถรับผิดชอบงานที่ตนเองได้รับมอบหมายได้
4. นักเรียนสามารถทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มได้

Ref. code: 25635919030063XHM

ใบความรู้ที่ 2 (Constructivist lesson plan)

เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชกับการหายใจของพืช

กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (Photosynthesis) หมายถึง กระบวนการสร้างอาหารของพืช เกิดในเวลาที่มีแสง เป็นกระบวนการที่ใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำเป็นวัตถุดิบ และพืชต้องใช้คลอโรฟิลล์ดูดกลืนพลังงานแสงมาช่วยให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมี ได้น้ำตาลเป็นผลิตภัณฑ์ และพืชจะปล่อยแก๊สออกซิเจน และ ไอน้ำออกมา



ที่มา : http://www.eschooltoday.com/photosynthesis/what-is-photosynthesis.html

กระบวนการหายใจของพืช (Respiration) หมายถึง กระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊สของพืช เกิดขึ้นตลอดเวลา โดยพืชใช้แก๊สออกซิเจนที่ได้จากการหายใจไปใช้สลายอาหาร คือ น้ำตาลกลูโคสไปเป็นพลังงาน และจะปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์กับไอน้ำออกมา

Ref. code: 25635919030063XHM

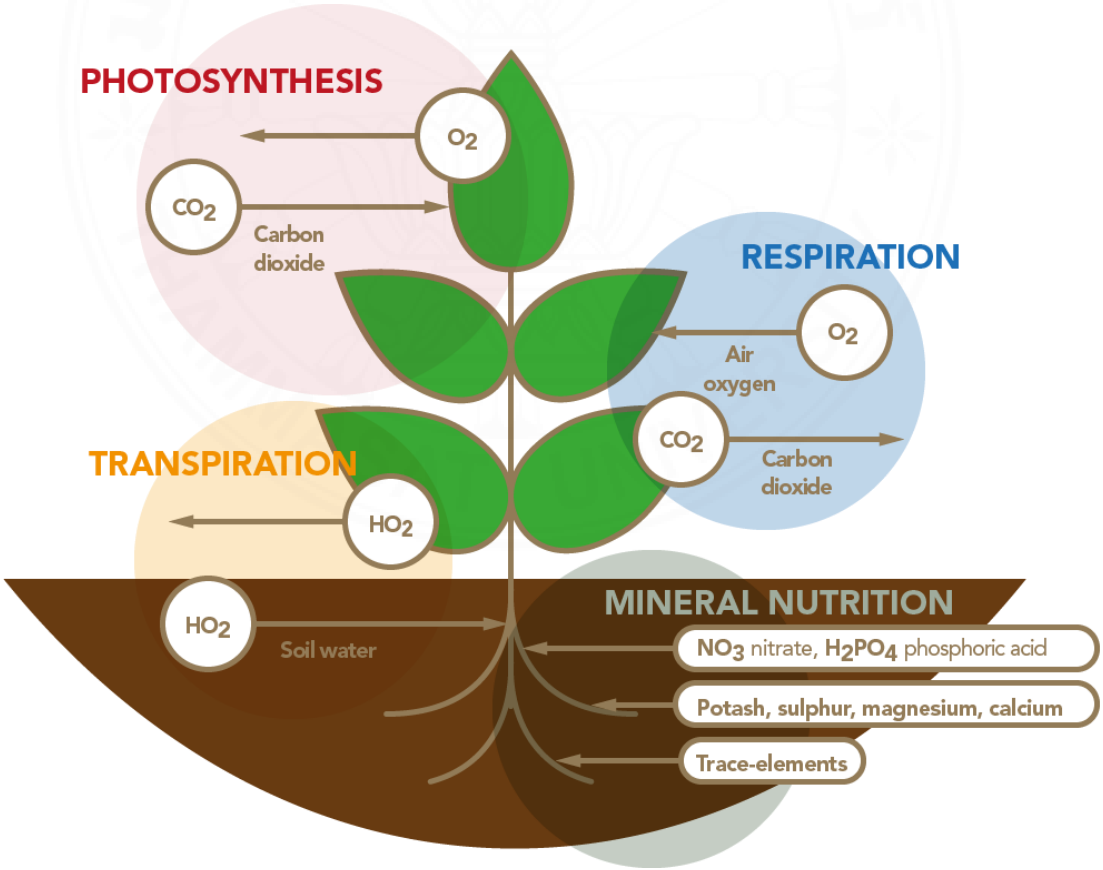
ความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์ด้วยแสงกับการหายใจของพืช

1. เวลากลางวัน

พืชมีการหายใจตลอดเวลาไม่ว่าจะเป็นกลางวันหรือกลางคืน โดยในเวลากลางวันพืชจะปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่สิ่งแวดล้อม แล้วพืชจะนำแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้จากการหายใจของพืชเอง หรือจากสิ่งมีชีวิตอื่นไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงต่อ ซึ่งจากกระบวนสังเคราะห์ด้วยแสง พืชจะปล่อยแก๊สออกซิเจนเป็นผลพลอยได้ออกสู่สิ่งแวดล้อมหมุนเวียนเป็นวัฏจักร

2. เวลากลางคืน

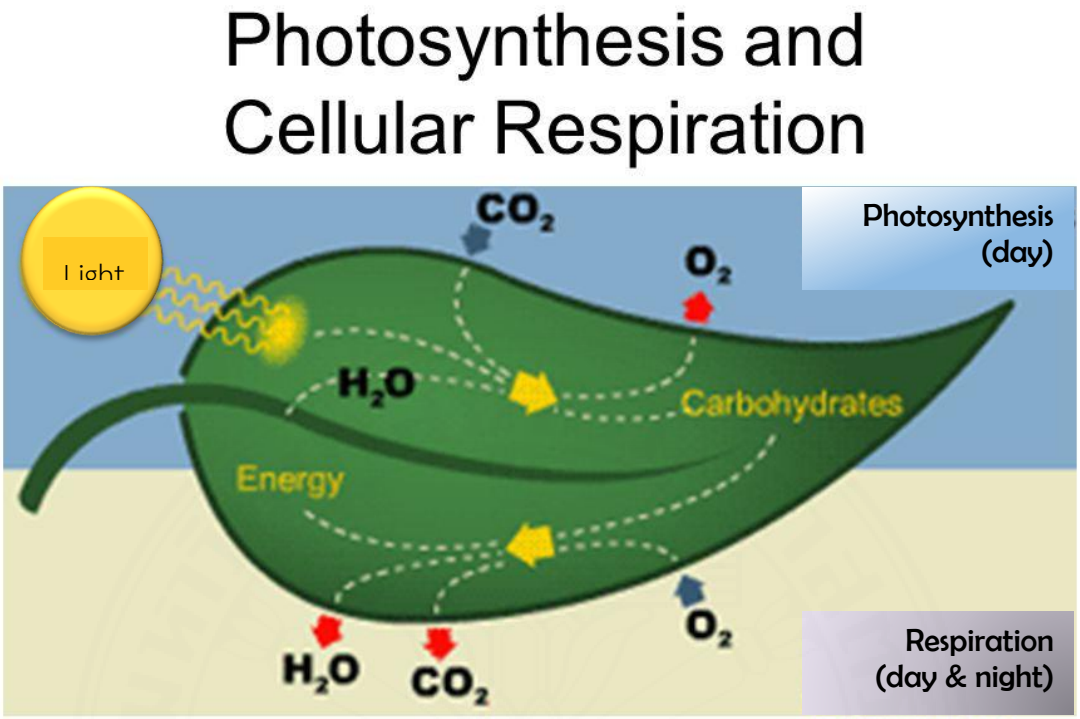
พืชจะไม่มีการสังเคราะห์ด้วยแสงหรือมีการสังเคราะห์ด้วยแสงน้อยมาก เพราะปริมาณแสงมีไม่เพียงพอ พืชจะใช้แก๊สออกซิเจนในการหายใจและปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาตลอดเวลา โดยไม่มีการนำไปใช้ ดังนั้น ในเวลากลางคืนพืชจึงเกิดกระบวนการหายใจเพียงอย่างเดียว ไม่ได้เกิดกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง จึงทำให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จะถูกสะสมอยู่ในสิ่งแวดล้อมมากกว่าในเวลากลางวัน เราไม่ควรนำต้นไม้ไปไว้ในห้องนอนเวลากลางคืน



ภาพแสดงการเปรียบเทียบกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงกับกระบวนการหายใจของพืช

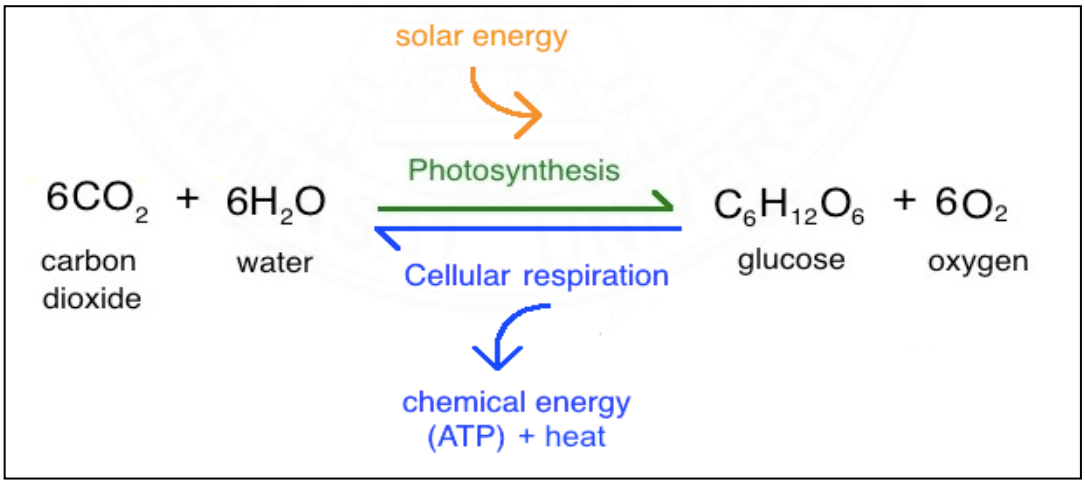
ที่มา : https://cellcode.us/quotes/nitrogen-dioxide-fields.html

Ref. code: 25635919030063XHM



ภาพแสดงการเปรียบเทียบกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงกับกระบวนการหายใจของพืช 2

ที่มา : https://slideplayer.com/slide/4182488/



ภาพแสดงสมการการสังเคราะห์ด้วยแสงกับสมการการหายใจของพืช

ที่มา : https://mn.khanacademy.org/science/biology/photosynthesis-in-plants

Ref. code: 25635919030063XHM

ใบกิจกรรมที่ 3

เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงกับการหายใจของพืช

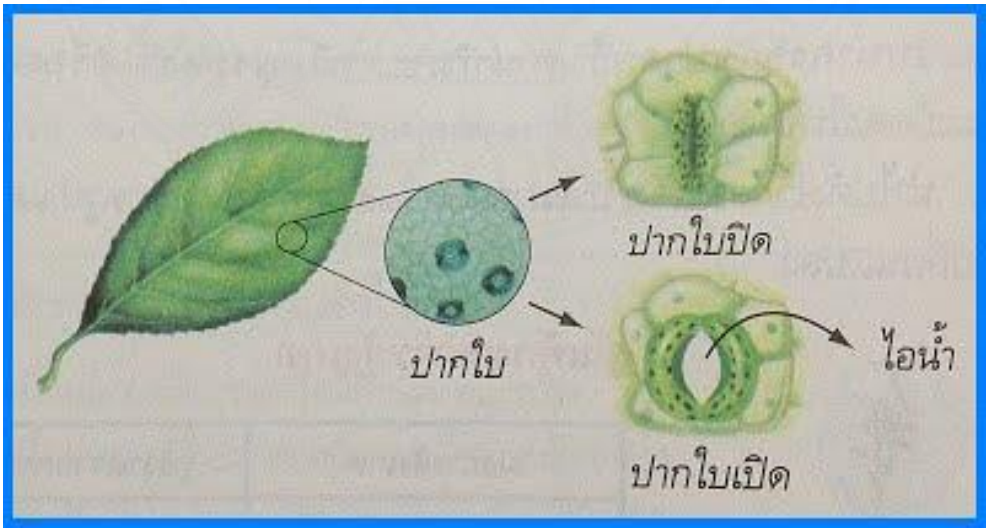
ชื่อ ..... **ชั้น**..... **เลขที่** .....

จุดประสงค์

1. เข้าใจว่ากระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นกระบวนการสร้างอาหารของพืช
2. บอกความแตกต่างของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงกับกระบวนการหายใจของพืชได้
3. ระบุชนิดของแก๊สที่พืชใช้ในการหายใจได้
4. ปฏิบัติกิจกรรมเพื่อตรวจสอบแก๊สที่พืชใช้ในการหายใจได้ครบถ้วนตามขั้นตอน
5. ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย

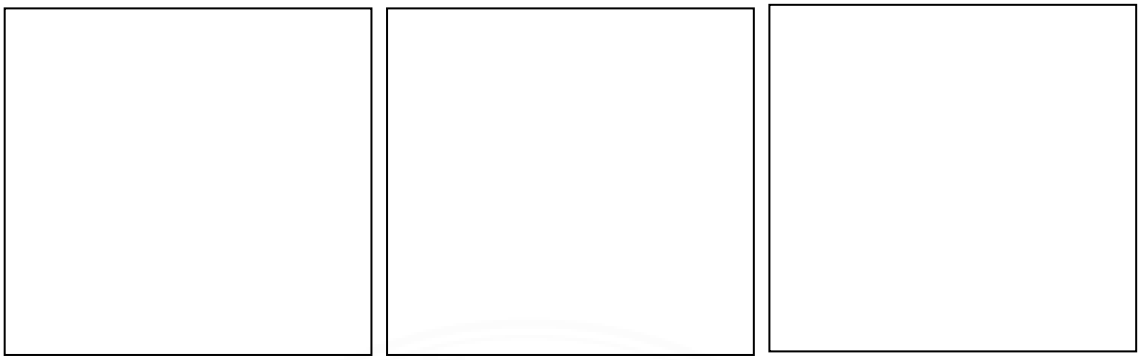
วิธีทดลอง

1. นำใบไม้ชนิดต่าง ๆ มาฉีก แล้วตัดส่วนของใบที่มีความบางวางบนแผ่นสไลด์ แล้วปิดด้วยกระจกปิดสไลด์
2. นำไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ แล้วให้นักเรียนสังเกตและบันทึกผลลงในใบกิจกรรม



ที่มา : http://sanookwit.com/?p=334

Ref. code: 25635919030063XHM



ชื่อพืช ..... ชื่อพืช ..... ชื่อพืช .....

วาดปากใบพืชที่นักเรียนเห็นจากกล้องจุลทรรศน์

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามประกอบการทำกิจกรรม

1. จำนวนเซลล์ของปากใบมีมากหรือน้อยเพียงใด

   .....

   .....

2. รูปร่างของปากใบมีลักษณะอย่างไร

   .....

   .....

3. นักเรียนคิดว่าพืชมีกิจกรรมใดผ่านทางปากใบบ้าง

   .....

   .....

Ref. code: 25635919030063XHM

ใบกิจกรรมที่ 4

เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงกับการหายใจของพืช (ต่อ)

ชื่อ ..... **ชั้น**..... **เลขที่** .....

จุดประสงค์

1. เข้าใจว่ากระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นกระบวนการสร้างอาหารของพืช
2. บอกความแตกต่างของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงกับกระบวนการหายใจของพืชได้
3. ระบุชนิดของแก๊สที่พืชใช้ในการหายใจได้
4. ปฏิบัติกิจกรรมเพื่อตรวจสอบแก๊สที่พืชใช้ในการหายใจได้ครบถ้วนตามขั้นตอน
5. ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย

ให้นักเรียนตอบคำถาม ดังนี้

1. โจเซฟ พริสท์ลีย์ ทดลองจุดเทียนไขไว้ในครอบแก้ว ปรากฏว่าสักครู่เทียนไขก็ดับ เพราะเหตุใด

   .....

   .....

2. เมื่อใส่หนูเข้าไปในครอบแก้วครู่ต่อมาหนูก็ตาย เพราะเหตุใด

   .....

   .....

3. เมื่อนำหนูที่มีชีวิตไปไว้ในครอบแก้วเดิมที่เทียนไขดับปรากฏว่าหนูตายเกือบทันที เพราะเหตุใด

   .....

   .....

4. เมื่อจุดเทียนไขแล้วนำไปใส่ในครอบแก้วเดิมที่หนูตายอยู่แล้ว ปรากฏว่าเทียนไขดับเกือบทันที เพราะเหตุใด

   .....

   .....

Ref. code: 25635919030063XHM

5. อากาศที่หนูหายใจออกมาและอากาศที่ทำให้เทียนไขดับ ในสมัยนั้นเรียกว่า “อากาศเสีย” คือแก๊สใด

   .....

   .....

6. เมื่อนำหนูใส่ไว้ในครอบแก้วเดียวกันกับพืชสีเขียว ปรากฏว่าทั้งพืชและหนูสามารถมีชีวิตอยู่ได้ เพราะเหตุใด

   .....

   .....

7. นำเอาพืชสีเขียวใส่ในครอบแก้วที่เคยจุดเทียนไขเอาไว้ก่อนแล้ว อีก 10 วันต่อมา เมื่อจุดเทียนไขในครอบแก้วนั้นใหม่ ปรากฏว่าเทียนไขลุกไหม้อยู่ได้ระยะหนึ่ง โดยไม่ดับทันทีเพราะเหตุใด

   .....

8. “อากาศดี” คือ อากาศที่มีแก๊สใด

   .....

   .....

9. นักเรียนคิดว่า พืช และ สัตว์ หายใจโดยใช้แก๊สชนิดใด

   .....

   .....

10. แก๊สที่เกิดจากการเผาไหม้ คือ แก๊สชนิดใด และมีประโยชน์หรือไม่

    .....

    .....

Ref. code: 25635919030063XHM

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) (The 5E's of inquiry-based learning)

เรื่อง แร่ธาตุของพืช กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายวิชา วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

เวลา 1 คาบ ผู้สอน นางสาวอุษณีย์ เตรียมเชิดติวงศ์

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน

1. พืชได้รับอาหารจากดิน
2. แร่ธาตุคืออาหารของพืช
3. พืชได้รับอาหารทางราก

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

อาหารของพืช คือ น้ำตาลกลูโคสที่ถูกสร้างขึ้นจากกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช โดยพืชใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์รวมตัวกับน้ำ มีแสงและคลอโรฟิลล์เป็นผู้ช่วย

สาระสำคัญ

อาหารของพืช คือ น้ำตาลกลูโคสที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

แร่ธาตุ คือ แร่ธาตุที่พืชจำเป็นต้องใช้ในการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตถ้าพืชได้รับธาตุอาหารไม่เพียงพอจะทำให้พืชไม่เจริญเติบโต แคระแกร็น ให้ผลผลิตไม่เต็มที่ธาตุอาหารพืช แบ่งออกเป็น 3 จำพวก คือ แร่ธาตุหลัก แร่ธาตุรอง แร่ธาตุเสริม เป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณน้อยมากเมื่อเทียบกับ ธาตุอาหารอื่น ๆ เช่น เหล็ก แมงกานีส ทองแดง โบรอน เป็นต้น

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบหน่วยการเรียนรู้นี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. บอกได้ว่ารากมีหน้าที่ดูดน้ำและแร่ธาตุ แล้วลำเลียงผ่านท่อลำเลียงน้ำของลำต้น
2. บอกความแตกต่างของอาหารของพืช และแร่ธาตุได้
3. ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย

Ref. code: 25635919030063XHM

สาระการเรียนรู้

แร่ธาตุ หมายถึง แร่ธาตุที่พืชจำเป็นต้องใช้ในการเจริญเติบโตและให้ผลผลิต ถ้าพืชได้รับแร่ธาตุไม่เพียงพอจะทำให้พืชไม่เจริญเติบโต แคระแกร็น ให้ผลผลิตไม่เต็มที่ธาตุอาหารพืช แบ่งออกเป็น 3 จำพวก คือ

กลุ่มที่ 1 แร่ธาตุหลัก เป็นธาตุอาหารที่พืชทุกชนิดต้องการในปริมาณมาก ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K)

กลุ่มที่ 2 แร่ธาตุรอง เป็นธาตุอาหารที่พืชมีความจำเป็นต้องใช้ในปริมาณมากรองจากธาตุอาหารหลัก ได้แก่ แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) และกำมะถัน (S)

กลุ่มที่ 3 แร่ธาตุเสริม เป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณน้อยมากเมื่อเทียบกับ ธาตุอาหารอื่น ๆ ได้แก่ เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) โบรอน (B) โมลิบดินัม (Mo) ทองแดง (Cu) สังกะสี (Zn) และคลอรีน (Cl)

สื่อการเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 3
2. ใบกิจกรรมที่ 5 เรื่อง แร่ธาตุของพืช
3. อุปกรณ์การทดลอง ได้แก่ 1) แก้วพลาสติกใส 2) หลอด 3) น้ำหวานสีแดง 4) สีผสมอาหารสีแดง 5) ต้นกระสังหรือต้นเทียน 6) มีด 7) กระจกสไลด์ 8) แว่นขยาย

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นสร้างความสนใจ (5 นาที)

ครูนำหลอด 3 หลอด ใส่ลงไปในแก้วพลาสติกใส ซึ่งภายในมีน้ำแดงอยู่ จากนั้นขออาสาสมัครออกมาดูดน้ำแดงจากในแก้ว แล้วให้นักเรียนสังเกตผลที่เกิดขึ้น ดังนี้

- นักเรียนสังเกตเห็นอะไรอยู่ในแก้วบ้าง (น้ำแดง และหลอดจำนวน 3 หลอด)
- ขณะที่เพื่อนดูดน้ำนักเรียนสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงอย่างไร (เห็นน้ำแดงในแก้วค่อย ๆ ลดลง)
- เหตุใดน้ำในแก้วจึงค่อย ๆ ลดลง (เพราะเพื่อนออกแรงดูดน้ำขึ้นมา)
- นักเรียนคิดว่าพืชมีวิธีการดูดน้ำและแร่ธาตุจากในดินได้อย่างไร (พืชดูดน้ำและแร่ธาตุจากดินผ่านทางราก)

Ref. code: 25635919030063XHM

ขั้นสำรวจและค้นหา (20 นาที)

1. ให้นักเรียนอ่านใบความรู้ที่ 3 เรื่องแร่ธาตุของพืช
2. ให้นักเรียนดูวีดีโอสาธิตการทดลอง เรื่อง การทดลองรากและลำต้นของพืชทำหน้าที่อะไรบ้าง วิทยาศาสตร์ ป.4 https://youtu.be/WabgDKt0bqo
3. ครูเตรียมการทดลอง ดังนี้
   - ใส่น้ำสีแดง (สีผสมอาหาร) ลงในแก้วที่เตรียมไว้ประมาณ 3/4 ของแก้ว
   - ใส่ต้นเทียนหรือต้นกระสังที่มีรากติดอยู่ (ซึ่งได้ล้างน้ำให้สะอาดแล้ว) ลงไปในแก้วที่มีน้ำสีแดงจากนั้นตั้งทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที (เตรียมแช่น้ำแดงไว้ก่อนมีคาบเรียน)
4. ให้นักเรียนทำการทดลอง ดังนี้
   - ใช้มีดตัดลำต้นของต้นเทียนตามแนวขวาง หลังจากนั้นเฉือนเป็นแผ่นบาง ๆ วางบนกระจกสไลด์ แล้วใช้แว่นขยายส่องดู สังเกตลักษณะของลำต้นและวาดรูปลงในใบกิจกรรมที่ 3
   - ใช้มีดตัดลำต้นของต้นเทียนตามแนวยาว แล้วใช้แว่นขยายส่องดู สังเกตลักษณะของลำต้นและวาดรูปลงในใบกิจกรรมที่ 3
5. บันทึกผลการทดลองลงในตารางบันทึกผลในใบกิจกรรมที่ 5

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (10 นาที)

1. ครูให้นักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลองดังนี้
   - เมื่อนำต้นเทียนหรือต้นกระสังแช่ลงไปในน้ำแดง แล้วเกิดอะไรขึ้น (ราก ลำต้น และใบของต้นพืชมีสีแดง)
   - ทำไมราก ลำต้น และใบของพืชจึงเปลี่ยนเป็นสีแดง (เพราะรากดูดน้ำแดงแล้วลำเลียงผ่านท่อลำเลียงน้ำของลำต้น และส่งไปที่ใบ ทำให้เรามองเห็นส่วนต่าง ๆ ของพืชมีสีแดง)
   - ทำไมครูจึงใช้น้ำสีแดงในการทดลอง (เพราะทำให้มองเห็นได้ชัดเจน และสีแดงเปรียบเหมือนแร่ธาตุของพืชที่จะถูกดูดเข้าไปทางราก และลำเลียงผ่านลำต้น ส่งไปที่ใบเพื่อใช้ในการสร้างอาหารของพืช)
   - ลักษณะที่สังเกตได้เมื่อนำต้นเทียนมาตัดตามขวางเป็นแบบใด (มีกระจุกสีแดงอยู่เป็นกลุ่ม รอบ ๆ ต้นเทียน)
   - ลักษณะที่สังเกตได้เมื่อนำต้นเทียนมาตัดตามยาวเป็นแบบใด (มีเส้นสีแดงตามความยาวของต้นเทียนหลายเส้น)
2. ครูเน้นให้นักเรียนเข้าใจว่าพืชมีการลำเลียงน้ำและแร่ธาตุจากรากไปยังส่วนต่าง ๆ ด้วยเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำและแร่ธาตุ (Xylem) โดยพืชจะลำเลียงน้ำแล้วส่งไปที่ใบ เพื่อใช้ในการสร้างอาหาร ส่วนแร่ธาตุจะถูกนำไปใช้ในส่วนต่าง ๆ ของพืชเพื่อให้ระบบของพืชทำงานเป็นปกติ)

Ref. code: 25635919030063XHM

ขั้นขยายความเข้าใจ (10 นาที)

1. ครูตั้งคำถามเพื่อต่อยอดในการทดลองว่า รากและลำต้นมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชอย่างไรอีกบ้าง นอกเหนือจากข้อมูลที่ได้จากการทำกิจกรรมที่ผ่านมา จากนั้นให้นักเรียนแต่ละคนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น หนังสือ อินเตอร์เน็ต สารานุกรม เป็นต้น

2. ครูสุ่มเลือกนักเรียน 2-3 คน ให้ออกมานำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลจากกิจกรรม

ขั้นตรวจสอบผล (5 นาที)

1. ครูให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถามเพื่อสรุปความเข้าใจหลังเรียนว่า รากและลำต้นมีการทำงานที่ประสานกันเป็นระบบ อย่างไร

(รากของพืชดูดน้ำและแร่ธาตุจากดินผ่านท่อลำเลียงภายในลำต้นของพืช เพื่อนำไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของพืช)

2. ครูตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียนจากการทำกิจกรรม เรื่อง แร่ธาตุของพืช ว่ามีระบบการทำงานอย่างไร (พืชจะดูดน้ำและแร่ธาตุผ่านราก และจะลำเลียงผ่านท่อลำเลียงน้ำของลำต้น

3. ครูตรวจใบกิจกรรมที่ 5 ของนักเรียน

การวัดและประเมินผล

วิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การวัด

1. สังเกตการตอบคำถามและมีส่วนร่วมในชั้นเรียน
2. ตรวจสอบความถูกต้องและการตอบคำถามของแบบฝึกหัดจากใบกิจกรรมที่ 3

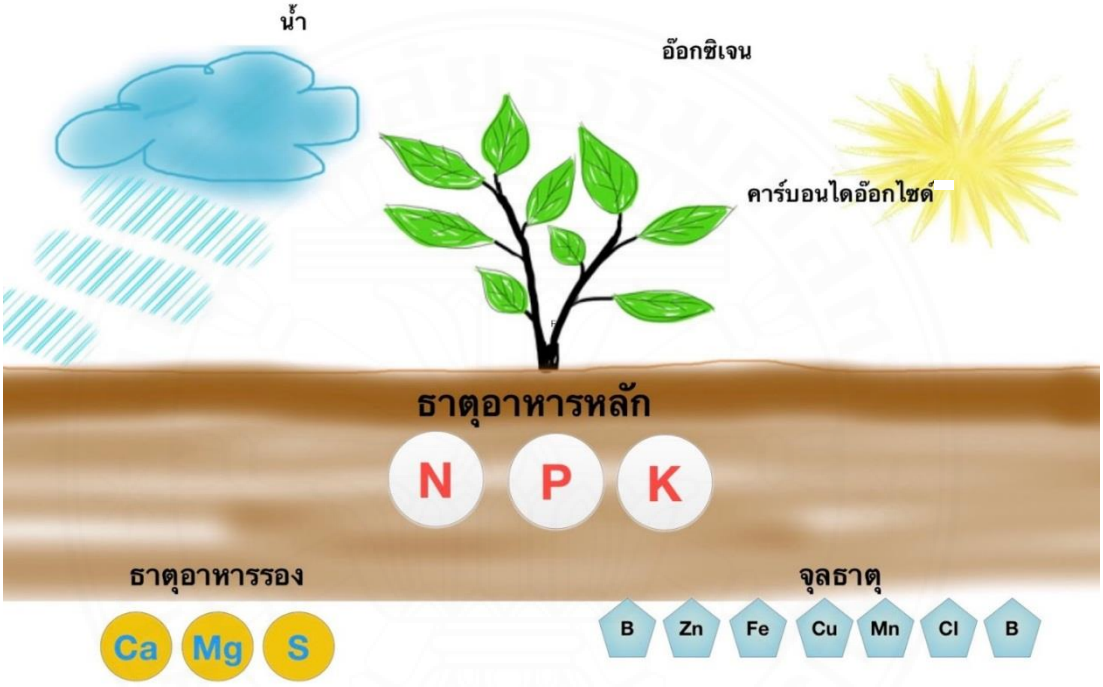
เกณฑ์การประเมินผล

1. นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคำถาม
2. นักเรียนสามารถตอบคำถามในแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของแบบวัด
3. นักเรียนสามารถรับผิดชอบงานที่ตนเองได้รับมอบหมายได้

Ref. code: 25635919030063XHM

ใบความรู้ที่ 3 (Constructivist lesson plan)
เรื่อง แร่ธาตุของพืช

พืชจำเป็นต้องมีการใช้แร่ธาตุ ซึ่งดูดมาจากดินโดยรากและลำเลียงผ่านไปกับน้ำ เพื่อนำไปสร้างอาหารในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ดังนั้น แร่ธาตุจึงความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของพืช



ที่มา : http://giffideabanjerd.blogspot.com/2017/03/blog-post_8.html

พืชต้องการแร่ธาตุหลายชนิดที่มีอยู่ในดิน เช่น ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) ฯลฯ เพื่อช่วยในการเจริญเติบโต และทำให้พืชแข็งแรง โดยรากพืชจะทำหน้าที่ดูดซึมแร่ธาตุเหล่านี้ไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของพืช ซึ่งถ้าพืชได้รับแร่ธาตุเหล่านี้ไม่เพียงพอจะทำให้พืชเจริญเติบโตช้า แคระแกร็น และไม่แข็งแรง

แร่ธาตุของพืชในดิน จำนวน 13 ธาตุนั้น สามารถจัดได้ 3 กลุ่มดังนี้ คือ

กลุ่มที่ 1 แร่ธาตุหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แร่ธาตุทั้ง 3 ชนิดนี้ พืชมักต้องการเป็นปริมาณมาก แต่มักจะมีอยู่ในดินไม่ค่อยพอกับความต้องการของพืชที่ปลูก ต้องช่วยเหลือโดยใส่ปุ๋ยให้แก่พืชอยู่เสมอ

Ref. code: 25635919030063XHM

ไนโตรเจน

ไนโตรเจน มีส่วนช่วยในการสร้างสารสีเขียวในพืช คือ คลอโรฟิลล์ ซึ่งเมื่อพืชขาดไนโตรเจน การเจริญเติบโตจะชะงัก ใบมีสีเหลืองหรือเหลืองปนส้ม หากเป็นมากใบจะมีสีน้ำตาล โดยจะเริ่มที่ใบแก่ด้านล่างก่อน ส่วนใบอ่อนในระยะแรกจะยังมีธาตุไนโตรเจนให้ใช้อยู่จากได้รับจากใบแก่ที่อยู่ด้านล่าง หากไนโตรเจนมีอยู่น้อยมาก ใบด้านล่างจะเหลือง หลุดร่วง และลุกลามไปยังใบอ่อนที่อยู่ด้านบน ทำให้ใบอ่อนมีสีเขียวซีด และเหลือง การเจริญเติบโตของยอดหยุดชะงัก ลำต้นผอมสูง ลำต้นแคระแกร็น ใบ กิ่งก้านลีบเล็ก

ฟอสฟอรัส

ฟอสฟอรัสที่พบในพืช จะพบมากในท่อลำเลียงน้ำ เมล็ด ผล และในเซลล์พืช โดยทำหน้าสำคัญเกี่ยวกับการถ่ายทอดพลังงาน เป็นวัตถุดิบในกระบวนการสร้างสารต่าง ๆ และควบคุมระดับความเป็นกรด-ด่าง ของกระบวนการลำเลียงน้ำในเซลล์พืช การขาดธาตุฟอสฟอรัสมีผลต่อการออกดอกช้า จำนวนดอก ผล และเมล็ดน้อยลง ผลผลิตต่ำจากใบพืชที่เสื่อม และร่วงหล่นเร็วกว่าปกติ

โพแทสเซียม

โพแทสเซียม ช่วยกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ ช่วยในกระบวนการสร้างแป้ง ช่วยในกระบวนการสังเคราะห์แสง ช่วยในการลำเลียงสารอาหาร ช่วยรักษาสมดุลระหว่างกรด และเบส ถ้าพืชขาดโพแทสเซียม จะทำให้กระบวนการสังเคราะห์แสงลดลง การควบคุมการปิด-เปิดปากใบผิดปกติ ปากใบเปิดเล็กน้อย ทำให้มีผลต่อกระบวนการสร้าง และเคลื่อนย้ายน้ำตาลลดลง มีผลต่อคุณภาพของสี ขนาด น้ำหนัก ความหวาน และคุณภาพของผลหรือเมล็ดของพืช

กลุ่มที่ 2 แร่ธาตุรอง ได้แก่ แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) และกำมะถัน (S) แร่ธาตุ 3 ชนิดนี้ พืชต้องการมากเหมือนกัน บางธาตุก็มีความสำคัญไม่น้อยกว่ากลุ่มที่หนึ่ง แต่ธาตุทั้ง 3 นี้โดยปกติมักอยู่ในดินค่อนข้างมากเพียงพอกับความต้องการของพืชทั่ว ๆ ไป เมื่อเราใส่ปุ๋ยสำหรับธาตุในกลุ่มที่ 1 ธาตุในกลุ่มที่ 2 พืชก็มักจะติดมาด้วยไม่มากก็น้อย ดังนั้นจึงไม่ค่อยมีปัญหาเกิดการขาดหรือมีไม่พอเพียงกับความต้องการของพืช

กลุ่มที่ 3 แร่ธาตุเสริม ได้แก่ เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) โบรอน (B) โมลิบดินัม (Mo) ทองแดง (Cu) สังกะสี (Zn) และคลอรีน (Cl) ธาตุทั้งเจ็ดนี้ พืชโดยทั่วไปมีความต้องการเป็นปริมาณน้อยมาก เราจึงเรียกธาตุในกลุ่มนี้ว่า จุลธาตุ ซึ่งแร่ธาตุเหล่านี้บางธาตุก็มีอยู่ในดินเป็นปริมาณมาก เช่น เหล็กและแมงกานีส ซึ่งก็อาจกลายเป็นพิษแก่พืชได้ อย่างไรก็ตามธาตุพวกนี้รวมทั้งในกลุ่มที่ 2 ต่างก็มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชเท่าเทียมกันหมด และมีความสำคัญเท่าเทียมกับกลุ่มที่ 1 ด้วยเช่นกัน ถ้ามีธาตุใดขาดไป หรือไม่เพียงพอกับความต้องการของพืช พืชก็จะหยุดชะงักการเจริญเติบโต และจะตายไปในที่สุด

Ref. code: 25635919030063XHM

ใบกิจกรรมที่ 5

เรื่อง แร่ธาตุของพืช

ชื่อ ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

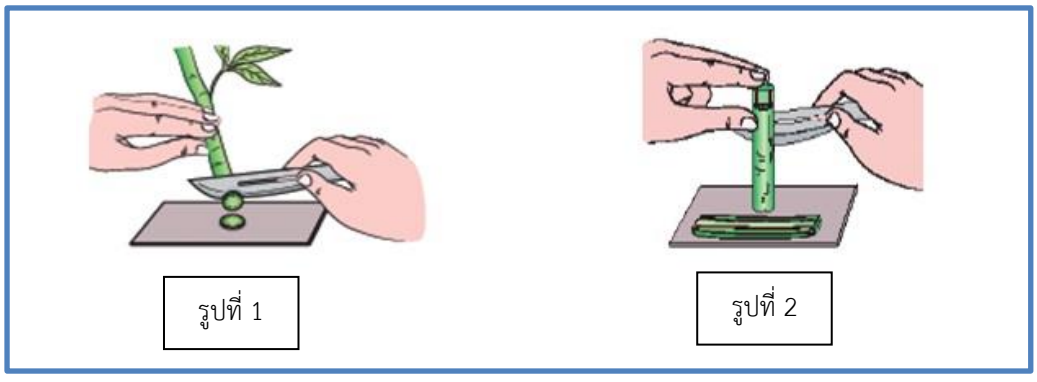
จุดประสงค์

1. บอกได้ว่ารากมีหน้าที่ดูดน้ำและแร่ธาตุ แล้วลำเลียงผ่านท่อลำเลียงน้ำของลำต้น
2. บอกความแตกต่างของอาหารของพืช และแร่ธาตุได้
3. ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย

วิธีทดลอง

อุปกรณ์
1) แก้วน้ำ 2) น้ำ
3) ต้นเทียน 4) แว่นขยาย
5) มีด 6) กระจกสไสด์
7) กระจกปิดสไสด์
8) สีผสมอาหารสีแดง

1. ใส่น้ำสีแดง (สีผสมอาหาร) ลงในแก้วที่เตรียมไว้ประมาณ 3/4 ของแก้ว
2. ใส่ต้นเทียนที่มีรากติดอยู่ (ซึ่งได้ล้างน้ำให้สะอาดแล้ว) ลงไปในแก้วที่มีน้ำสีแดงจากนั้นตั้งทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที
3. สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับต้นเทียนแล้วบันทึกผลที่เกิดขึ้นในตารางบันทึกผล
4. ใช้มีดตัดลำต้นของต้นเทียนตามแนวขวาง หลังจากนั้นเฉือนเป็นแผ่นบาง ๆ วางบนกระจกสไลด์ แล้วใช้แว่นขยายส่องดูสังเกตลักษณะของลำต้นและวาดรูป
5. ใช้มีดตัดลำต้นของต้นเทียนตามแนวยาว แล้วใช้แว่นขยายส่องดู สังเกตลักษณะของลำต้นและวาดรูป



รูปที่ 1

รูปที่ 2

รูปที่ 1 แสดงการตัดต้นเทียนตามขวาง ส่วนรูปที่ 2 แสดงการตัดต้นเทียนตามยาว

Ref. code: 25635919030063XHM

ตารางบันทึกผล

ภาพลำต้นก่อนการทดลอง	ภาพลำต้นหลังการทดลอง
ตัดตามขวาง	*ตัดตามขวาง*
ตัดตามยาว	*ตัดตามยาว*

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

……

……

……

……

……

Ref. code: 25635919030063XHM

ภาคผนวก ค
เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

1. แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

2. แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

Ref. code: 25635919030063XHM

แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

คำชี้แจง

1. แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 2 ตอน โดยแต่ละข้อประกอบด้วย 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 เป็นคำถามเชิงความคิด ซึ่งเป็นแบบเลือกตอบ 2 ตัวเลือก คือ ใช่/ไม่ใช่

ตอนที่ 2 เป็นส่วนของเหตุผลที่สนับสนุนคำตอบในตอนที่ 1

2. แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงประกอบด้วยคำถามจำนวน 20 ข้อ

3. การทำแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ให้นักเรียนเลือกตอบคำตอบ “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในตอนที่ 1 และเลือกเหตุผลประกอบในตอนที่ 2 โดยทำลงในกระดาษคำตอบที่แจกให้

4. ห้ามขีดเขียนลงในกระดาษข้อสอบแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

5. เวลาที่ใช้ทำแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ คือ 30 นาที

6. ให้นักเรียนทำแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ให้ครบทุกข้อ และส่งแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และกระดาษคำตอบคืนผู้คุมสอบ เมื่อครบเวลาที่กำหนด

ตัวอย่างการทำแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ตอนที่ 1 (คำถามเชิงความคิด)		ตอนที่ 2 (คำถามเชิงเหตุผล)			
	ใช่	ไม่ใช่	ก	ข	ค	ง
1	×				×	
2		×		×		

Ref. code: 25635919030063XHM

Misconception : การสังเคราะห์ด้วยแสงต้องการแก๊สออกซิเจนและน้ำเป็นวัตถุดิบในการสร้างอาหาร

1. วัตถุดิบในการสังเคราะห์ด้วยแสง คือ แก๊สออกซิเจน และน้ำ
   - ใช่
   - ไม่ใช่

   เหตุผลที่ใช้ในการตอบ

   ก. พืชใช้แก๊สออกซิเจนในการหายใจและใช้แสงเป็นพลังงาน
   ข. แก๊สออกซิเจนและน้ำเป็นองค์ประกอบในการสร้างอาหารของพืช
   ค. พืชใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในการหายใจและใช้แสงเป็นพลังงาน
   ง. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำเป็นองค์ประกอบในการสร้างอาหารของพืช

2. กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง **ไม่จำเป็น** ต้องใช้แก๊สออกซิเจน
   - ใช่
   - ไม่ใช่

   เหตุผลที่ใช้ในการตอบ

   ก. แก๊สออกซิเจนและน้ำเป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
   ข. แก๊สออกซิเจนและแสงเป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
   ค. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำเป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
   ง. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และแสงเป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

Misconception : การสังเคราะห์ด้วยแสงสามารถเกิดขึ้นได้โดย ไม่ใช้น้ำ

3. “พืชที่ไม่ได้รดน้ำ แต่ก็ยังมีชีวิตอยู่ได้” จากข้อความนี้ แสดงว่าน้ำไม่จำเป็นต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชใช่หรือไม่
   - ใช่
   - ไม่ใช่

   เหตุผลที่ใช้ในการตอบ

   ก. พืชไม่ต้องใช้น้ำ แต่ใช้แสงในการสังเคราะห์ด้วยแสง
   ข. พืชใช้แสง และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ก็เพียงพอแล้ว
   ค. น้ำจำเป็นต่อการละลายแร่ธาตุ แต่ไม่เกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
   ง. พืชจำเป็นต้องใช้น้ำ เพราะ น้ำเป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

4. ทะเลทราย จัดเป็นดินแดนแห้งแล้ง นักเรียนคิดว่าพืชในทะเลทรายสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้ใช่หรือไม่

   - ใช่
   - ไม่ใช่

   เหตุผลที่ใช้ในการตอบ

   ก. เพราะ พืชทะเลทรายจะใช้ชีวิตเฉพาะในช่วงกลางคืนเท่านั้น

   ข. เพราะ พืชทะเลทรายค่อย ๆ ใช้น้ำที่อยู่ในต้นพืชจนกว่าจะตาย

   ค. เพราะ พืชทะเลทรายดูดน้ำจากใต้ดินมาใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง

   ง. เพราะ พืชทะเลทรายไม่ต้องใช้น้ำ ใช้แสงเพียงอย่างเดียวในการสังเคราะห์ด้วยแสง

Misconception : พืชดูดน้ำทางใบ เพื่อใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง

5. พืชนำน้ำเข้าทางใบ เพื่อใช้ในการสร้างอาหารใช่หรือไม่

   - ใช่
   - ไม่ใช่

   เหตุผลที่ใช้ในการตอบ

   ก. พืชดูดน้ำเข้าทางรากด้วยกระบวนการออสโมซิส

   ข. น้ำที่อยู่ในอากาศสามารถแทรกเข้าได้ทางปากใบพืช

   ค. ทุกส่วนของพืชมีเนื้อเยื่อ น้ำจึงสามารถแทรกซึมเข้าได้

   ง. ลำต้นเป็นส่วนที่พืชใช้ลำเลียงน้ำไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช

6. กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช ต้องใช้น้ำที่ดูดเข้ามาทางรากใช่หรือไม่

   - ใช่
   - ไม่ใช่

   เหตุผลที่ใช้ในการตอบ

   ก. เพราะ พืชนำน้ำในอากาศไปใช้

   ข. เพราะ ใบมีรูให้น้ำเข้าทางปากใบ

   ค. เพราะ ในดินสามารถเก็บน้ำได้ดีกว่าในอากาศ

   ง. เพราะ พืชบางชนิดที่อยู่ในน้ำ จะดูดน้ำเข้าทางปากใบ

Misconception : การสังเคราะห์ด้วยแสงคือการหายใจของพืช

7. กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชเป็นกระบวนการหายใจของพืชใช่หรือไม่
   - ใช่
   - ไม่ใช่

   เหตุผลที่ใช้ในการตอบ

   ก. พืชจะหายใจในเวลาที่มีแสง
   ข. แสงเป็นตัวกระตุ้นให้พืชหายใจ
   ค. พืชต้องหายใจโดยใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ไปช่วยในการสร้างอาหาร
   ง. การสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นการสร้างอาหาร ส่วนการหายใจเป็นการสลายอาหารให้ได้พลังงาน

8. เมื่อพืชทำการสังเคราะห์ด้วยแสงพืชจะ **ไม่หายใจ** ใช่หรือไม่
   - ใช่
   - ไม่ใช่

   เหตุผลที่ใช้ในการตอบ

   ก. พืชหายใจตลอดเวลา
   ข. พืชหยุดหายใจตอนมีแสง
   ค. พืชหายใจเฉพาะเวลาที่มีแสง
   ง. พืชหายใจในตอนกลางคืนเท่านั้น

Misconception : ขณะที่พืชสังเคราะห์ด้วยแสง พืชจะไม่หายใจ ในขณะที่สัตว์หายใจตลอดเวลา

9. พืชและสัตว์ต้องหายใจตลอดเวลาใช่หรือไม่
   - ใช่
   - ไม่ใช่

   เหตุผลที่ใช้ในการตอบ

   ก. พืชจะหายใจในเวลากลางคืนเท่านั้น
   ข. คนและสัตว์เท่านั้นที่ต้องหายใจตลอดเวลา
   ค. พืชหายใจเฉพาะเวลาที่ไม่ได้สังเคราะห์ด้วยแสง
   ง. คน พืช สัตว์ เป็นสิ่งมีชีวิตจึงต้องหายใจตลอดเวลา

10. การหายใจของพืชและสัตว์แตกต่างกันใช่หรือไม่

- ใช่
- <u>ไม่ใช่</u>

เหตุผลที่ใช้ในการตอบ

ก. <u>พืชและสัตว์ต้องหายใจตลอดเวลา</u>

ข. การหายใจของพืชต้องใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

ค. สัตว์เท่านั้นที่หายใจใช้แก๊สออกซิเจน ส่วนพืชใช้แก๊สใดก็ได้

ง. การหายใจของพืชเกิดขึ้นในเวลากลางคืน แต่สัตว์หายใจตลอดเวลา

Misconception : พืชสังเคราะห์ด้วยแสงในเวลากลางวัน และพืชจะหายใจในเวลากลางคืน

11. การสร้างอาหารของพืชเกิดได้เฉพาะในตอนที่มีแสงใช่หรือไม่

- <u>ใช่</u>
- ไม่ใช่

เหตุผลที่ใช้ในการตอบ

ก. พืชสามารถสร้างอาหารได้ตลอดเวลา

ข. <u>พืชสร้างอาหารได้ในเวลาที่มีแสงพอเหมาะ</u>

ค. พืชสามารถสะสมแสงแล้วนำไปสร้างอาหารในตอนกลางคืนได้

ง. แสงแดดในตอนกลางวันทำให้พืชเหี่ยวเฉาจึงสร้างอาหารไม่ได้

12. เวลาเที่ยงวันใบไม้ของพืชจะทำหน้าที่หายใจใช่หรือไม่

- <u>ใช่</u>
- ไม่ใช่

เหตุผลที่ใช้ในการตอบ

ก. <u>พืชหายใจตลอดเวลาเพราะพืชเป็นสิ่งมีชีวิต</u>

ข. พืชจะหายใจเฉพาะตอนกลางคืนเพื่อเก็บแก๊สออกซิเจน

ค. พืชหายใจตลอดเวลาเพื่อนำแก๊สออกซิเจนไปใช้สร้างอาหาร

ง. พืชจะหายใจเฉพาะตอนกลางคืนส่วนกลางวันจะสร้างอาหาร

Ref. code: 25635919030063XHM

Misconception : พืชใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในการหายใจ และผลิตแก๊สออกซิเจน

13. พืชใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในการหายใจ ใช่หรือไม่

- ใช่
- ไม่ใช่

เหตุผลที่ใช้ในการตอบ

ก. พืชใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในการสร้างอาหาร

ข. พืชใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในการหายใจและสร้างอาหาร

ค. พืชหายใจโดยใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และปล่อยแก๊สออกซิเจนออกมา

ง. กลางคืนพืชไม่ต้องใช้พลังงาน พืชจึงต้องใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในการหายใจ

14. การหายใจของพืช คือ กระบวนการผลิตแก๊สออกซิเจนใช่หรือไม่

- ใช่
- ไม่ใช่

เหตุผลที่ใช้ในการตอบ

ก. เมื่อพืชหายใจ พืชจะปล่อยแก๊สออกซิเจนออกมาด้วย

ข. พืชหายใจโดยใช้แก๊สออกซิเจน เพื่อสลายอาหารให้ได้พลังงาน

ค. การหายใจของพืช คือ การสร้างแก๊สออกซิเจน และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

ง. พืชนำแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ไปใช้ในการหายใจ แล้วปล่อยแก๊สออกซิเจนออกมา

Misconception : พืชได้รับอาหารจากดินผ่านราก

15. รากมีหน้าที่ดูดน้ำและอาหารให้พืชใช่หรือไม่

- ใช่
- ไม่ใช่

เหตุผลที่ใช้ตอบ

ก. ใบดูดน้ำจากฝนแล้วนำไปสร้างอาหาร

ข. รากดูดน้ำและอาหารนำไปสร้างต่อที่ใบ

ค. รากดูดน้ำขึ้นไป แล้วใบนำไปใช้สร้างอาหาร

ง. ใบรับแสงแดด แล้วรากดูดแร่ธาตุไปใช้ในการสร้างอาหาร

16. รากพืชดูดน้ำผ่านขนราก เพื่อนำไปใช้ในการสร้างอาหารใช่หรือไม่

- ใช่
- ไม่ใช่

เหตุผลที่ใช้ในการตอบ

ก. น้ำและอาหารจะถูกดูดผ่านขนราก

ข. ใบดูดน้ำทางปากใบไปใช้ในการสร้างอาหาร

ค. รากพืชดูดน้ำผ่านขนรากส่งไปที่ใบ เพื่อสร้างอาหาร

ง. พืชจะปล่อยน้ำออกทางราก เพื่อใช้ละลายแร่ธาตุในดิน

Misconception : แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และแร่ธาตุเป็นอาหารสำหรับพืช

17. แร่ธาตุที่อยู่ในดินจัดเป็นอาหารของพืชใช่หรือไม่

- ใช่
- ไม่ใช่

เหตุผลที่ใช้ในการตอบ

ก. แร่ธาตุในดินเป็นอาหารของพืช เพราะทำให้พืชเจริญเติบโต

ข. แสงแดดและแก๊สออกซิเจนเป็นอาหารของพืช

ค. พืชใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ และ แร่ธาตุเป็นอาหาร

ง. พืชจะสลายแป้งที่สะสมไว้ให้เป็นน้ำตาล ซึ่งเป็นอาหารของพืช

18. อาหารของพืชสร้างจากแร่ธาตุในดิน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ ใช่หรือไม่

- ใช่
- ไม่ใช่

เหตุผลที่ใช้ในการตอบ

ก. พืชดูดแร่ธาตุในดินมาเป็นอาหาร

ข. พืชใช้แก๊สออกซิเจนรวมตัวกับน้ำได้อาหาร

ค. พืชใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์รวมตัวกับน้ำได้อาหาร

ง. พืชนำแสง คลอโรฟิลล์ และแก๊สออกซิเจนมาใช้สร้างอาหาร

Ref. code: 25635919030063XHM

Misconception : พืชมีการเจริญเติบโตจากการที่พืชได้รับน้ำและแร่ธาตุที่มาจากดินเท่านั้น

19. อาหารของพืชได้มาจากดินใช่หรือไม่

- ใช่
- ไม่ใช่

เหตุผลที่ใช้ในการตอบ

ก. พืชได้อาหารที่ถูกสร้างขึ้นจากใบ

ข. พืชดูดซึมแร่ธาตุไปที่ใบเพื่อสร้างอาหาร

ค. ในดินมีซากพืชซากสัตว์พืชจึงดูดไปใช้ได้

ง. น้ำช่วยละลายแร่ธาตุซึ่งเป็นอาหารสำคัญของพืช

20. อาหารของพืช คือ ปุ๋ยในดินใช่หรือไม่

- ใช่
- ไม่ใช่

เหตุผลที่ใช้ในการตอบ

ก. รากดูดน้ำและแร่ธาตุในดินไปเป็นอาหาร

ข. แสงอาทิตย์เป็นแหล่งอาหารสำคัญของพืช

ค. สารอาหารที่สำคัญจะอยู่ในปุ๋ยที่มนุษย์ใส่ให้พืช

ง. พืชดูดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ เพื่อสร้างน้ำตาลซึ่งเป็นอาหารของพืช

Ref. code: 25635919030063XHM

แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

ประเด็นในการสัมภาษณ์	ตัวอย่างคำถาม
มิติด้านคุณค่า และการประเมินค่า	1) นักเรียนคิดว่าการเรียน 2 รูปแบบ คือ แบบใหม่กับแบบเก่า ต่างกันอย่างไร (แบบใหม่ คือ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์กับแบบเก่า คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)) 2) นักเรียนคิดว่าการเรียนรู้แบบนี้แตกต่างจากแบบเดิมหรือไม่อย่างไร 3) ขณะที่นักเรียนเรียนรู้ด้วยวิธีคอนสตรัคติวิสต์ มีอะไรเกิดขึ้นบ้าง 4) เมื่อครูให้นักเรียนคิด และเขียนการทดลองด้วยตนเอง นักเรียนทำได้หรือไม่อย่างไร 5) นักเรียนมีอุปสรรคอะไรในการเรียนบ้างหรือไม่ อย่างไร 6) ขณะที่เกิดอุปสรรค นักเรียนทำอย่างไร มีวิธีแก้ปัญหาอย่างไร
มิติด้านความรู้สึก	1) นักเรียนมีความรู้สึกอย่างไรกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ 2) เมื่อเปรียบเทียบการเรียนรู้ทั้งสองแบบ นักเรียนชอบการเรียนรู้แบบใดมากกว่ากัน เพราะเหตุใด 3) เมื่อนักเรียนได้เรียนแบบคอนสตรัคติวิสต์แล้วมีกิจกรรมใดที่ชอบ และไม่ชอบบ้าง 4) กิจกรรมใดที่นักเรียนทำแล้วรู้สึกชอบมากที่สุด 5) ขณะที่ครูเข้าไปช่วย นักเรียนรู้สึกอย่างไรบ้าง

Ref. code: 25635919030063XHM

ภาคผนวก ง
คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. แผนการจัดการเรียนรู้
   - แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์
   - แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)
2. แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

Ref. code: 25635919030063XHM

ตารางที่ 1 ค่าดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

รายการประเมิน	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	ค่า IOC	ความหมาย
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ปัจจัยสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง						
1.1 ความเหมาะสมของจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
1.2 ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
1.3 ความเหมาะสมของสื่อการสอน	+1	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
1.4 ความเหมาะสมของการวัดและประเมินผล	+1	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงกับการหายใจของพืช						
1.1 ความเหมาะสมของจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
1.2 ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้	+1	0	+1	+1	0.75	วัดได้สอดคล้อง
1.3 ความเหมาะสมของสื่อการสอน	+1	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
1.4 ความเหมาะสมของการวัดและประเมินผล	+1	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 แร่ธาตุของพืช						
1.1 ความเหมาะสมของจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
1.2 ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้	+1	0	+1	+1	0.75	วัดได้สอดคล้อง
1.3 ความเหมาะสมของสื่อการสอน	+1	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
1.4 ความเหมาะสมของการวัดและประเมินผล	+1	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง

Ref. code: 25635919030063XHM

ตารางที่ 2 ค่าดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

รายการประเมิน	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	ค่า IOC	ความหมาย
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ปัจจัยสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง						
1.1 ความเหมาะสมของจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
1.2 ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
1.3 ความเหมาะสมของสื่อการสอน	0	+1	+1	+1	0.75	วัดได้สอดคล้อง
1.4 ความเหมาะสมของการวัดและประเมินผล	+1	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงกับการหายใจของพืช						
1.1 ความเหมาะสมของจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
1.2 ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
1.3 ความเหมาะสมของสื่อการสอน	0	+1	+1	+1	0.75	วัดได้สอดคล้อง
1.4 ความเหมาะสมของการวัดและประเมินผล	+1	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 แร่ธาตุของพืช						
1.1 ความเหมาะสมของจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
1.2 ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
1.3 ความเหมาะสมของสื่อการสอน	+1	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
1.4 ความเหมาะสมของการวัดและประเมินผล	+1	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง

Ref. code: 25635919030063XHM

ตารางที่ 3 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (IOC) ของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

ข้อที่	มโนทัศน์	ความถูกต้อง ชัดเจนของข้อคำถามและความสอดคล้องกับจุดประสงค์				ค่า IOC	ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4		
1	วัตถุดิบกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช	+1	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
2		+1	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
3		0	+1	+1	+1	0.75	วัดได้สอดคล้อง
4		+1	+1	+1	0	0.75	วัดได้สอดคล้อง
5		+1	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
6		-1	+1	+1	+1	0.5	วัดได้สอดคล้อง
7	กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงกับกระบวนการหายใจของพืช	+1	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
8		+1	+1	0	+1	0.75	วัดได้สอดคล้อง
9		+1	+1	+1	+1	0.75	วัดได้สอดคล้อง
10		+1	0	0	+1	0.5	วัดได้สอดคล้อง
11		+1	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
12		+1	0	+1	+1	0.75	วัดได้สอดคล้อง
13		0	+1	+1	+1	0.75	วัดได้สอดคล้อง
14		+1	+1	0	+1	0.75	วัดได้สอดคล้อง
15	อาหารของพืช	+1	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
16		0	+1	0	+1	0.5	วัดได้สอดคล้อง
17		+1	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
18		+1	+1	0	+1	0.75	วัดได้สอดคล้อง
19		+1	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง
20		+1	+1	+1	+1	1	วัดได้สอดคล้อง

Ref. code: 25635919030063XHM

ตารางที่ 4 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) แบบรายข้อของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก
1	0.60	0.47
2	0.56	0.47
3	0.49	0.53
4	0.67	0.33
5	0.60	0.60
6	0.42	0.67
7	0.56	0.80
8	0.67	0.47
9	0.53	0.53
10	0.60	0.67
11	0.58	0.40
12	0.44	0.60
13	0.60	0.73
14	0.49	0.53
15	0.58	0.67
15	0.64	0.33
16	0.58	0.47
17	0.53	0.47
18	0.53	0.60
19	0.56	0.53
20	0.60	0.47

Ref. code: 25635919030063XHM

ภาคผนวก จ
คุณลักษณะของผู้ให้สัมภาษณ์

Ref. code: 25635919030063XHM

ตารางที่ 5 แสดงคุณลักษณะของผู้ให้สัมภาษณ์ จำนวนมโนทัศน์ที่เข้าใจคลาดเคลื่อนเป็นรายบุคล และผลการวิเคราะห์ผู้ในสัมภาษณ์

คนที่	นามสมมติ	ลักษณะ	ช่วงเวลาที่ทดสอบ	คะแนน	จำนวนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (Misconception)			ผลการวิเคราะห์
					ตอน 1 (6 ข้อ)	ตอน 2 (8 ข้อ)	ตอน 3 (6 ข้อ)	
1	กานต์	กล้าคิด กล้าทำ กล้าพูด กล้าแสดงออก	ก่อนเรียน	11	1	3	6	นักเรียนกลุ่มที่มีลักษณะกล้าคิด กล้าทำ กล้าตัดสินใจ มีความคิดเป็นของตนเอง เมื่อทำการทดสอบหลังเรียนแล้ว พบว่า นักเรียนมีความสามารถที่จะพัฒนาตนเองจากความเข้าใจในมโนทัศน์ด้านต่าง ๆ ที่คลาดเคลื่อน เปลี่ยนเป็นมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องได้สูงกว่านักเรียนที่มีคุณลักษณะแบบอื่น
			หลังเรียน	18	1	1	2	
2	คิม	เป็นคนกล้าคิด กล้าทำ กล้าแสดงออก มีความเป็นผู้นำ คิดเป็นเหตุเป็นผล	ก่อนเรียน	14	4	2	5	
			หลังเรียน	18	2	0	3	
3	พาย	มีความเป็นตัวของตัวเอง มีความคิดเป็นของตนเอง	ก่อนเรียน	10	4	1	6	
			หลังเรียน	17	0	1	3	
4	เปรม	เป็นเด็กที่ทำอะไรว่องไว กล้าคิดกล้าพูด	ก่อนเรียน	9	6	3	6	
			หลังเรียน	18	0	3	0	
5	ว่าน	เรียนเก่ง มีความมั่นใจในตัวเอง เป็นผู้นำในกลุ่ม	ก่อนเรียน	13	2	4	6	
			หลังเรียน	18	0	1	3	
6	เขม	มีความสุขุม รอบคอบ มักเป็นหัวหน้ากลุ่ม	ก่อนเรียน	7	4	5	6	นักเรียนกลุ่มนี้มีลักษณะไม่เชื่อ หรือคล้อยตามใครง่าย ๆ มีความคิดเป็นของตนเอง พอควร พบว่า นักเรียนมีความสามารถที่จะพัฒนาตนเองจากความเข้าใจในมโนทัศน์ด้านต่าง ๆ ที่คลาดเคลื่อน เปลี่ยนเป็นมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องได้สูงพอสมควร
			หลังเรียน	16	1	2	4	
7	เอก	เป็นคนเงียบ ๆ ไม่ค่อยพูด มีความคิดเป็นของตนเอง ไม่คล้อยตามใครง่าย ๆ	ก่อนเรียน	8	6	4	6	
			หลังเรียน	15	2	2	2	
8	ตริน	ไม่ค่อยพูด มักอยู่กับตัวเอง มีความคิดเป็นของตนเอง มีความรับผิดชอบ	ก่อนเรียน	8	5	4	5	
			หลังเรียน	17	0	2	2	
9	ป้อม	เป็นคนเงียบ ๆ มีความรับผิดชอบ บางครั้งเป็นผู้นำ บางครั้งเป็นผู้ตาม	ก่อนเรียน	8	5	3	6	
			หลังเรียน	15	3	2	1	

Ref. code: 25635919030063XHM

ตารางที่ 5 แสดงคุณลักษณะของผู้ให้สัมภาษณ์ จำนวนมโนทัศน์ที่เข้าใจคลาดเคลื่อนเป็นรายบุคล และผลการวิเคราะห์ผู้ในสัมภาษณ์ (ต่อ)

คนที่	**นามสมมติ**	**ลักษณะ**	**ช่วงเวลาที่ทดสอบ**	**คะแนน**	**จำนวนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (Misconception)**			**ผลการวิเคราะห์**
					ตอน 1 (6 ข้อ)	**ตอน 2 (8 ข้อ)**	**ตอน 3 (6 ข้อ)**	
10	กรณ์	มักคล้อยตามเพื่อน คือ เพื่อนว่างไงว่าตามกัน	ก่อนเรียน	11	3	4	2	นักเรียนกลุ่มนี้มีลักษณะคล้อยตามผู้อื่นเป็นผู้ตามมากกว่าเป็นผู้นำ หลังจากที่นักเรียนทำการทดสอบหลังเรียนแล้ว พบว่านักเรียนมีความสามารถที่จะพัฒนาตนเองจากความเข้าใจในมโนทัศน์ด้านต่าง ๆ ที่คลาดเคลื่อน เปลี่ยนเป็นมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องได้ต่ำกว่านักเรียนที่มีคุณลักษณะเป็นผู้นำและกล้าคิดกล้าทำ
			หลังเรียน	16	1	3	2	
11	แก้ว	เป็นคนเงียบ ๆ มักเป็นผู้ตาม	ก่อนเรียน	12	4	4	4	
			หลังเรียน	16	0	5	1	
12	พินิจ	อยากทำอะไรก็ทำ เป็นคนไม่สนใจใคร	ก่อนเรียน	11	3	4	5	
			หลังเรียน	15	0	4	5	
13	ช้าง	เป็นคนเงียบ ๆ มีความคล้อยตามผู้อื่นได้ง่าย ชอบอยู่กับกลุ่มเพื่อน ขาดความมั่นใจในตัวเอง	ก่อนเรียน	8	3	6	6	
			หลังเรียน	14	1	3	3	
14	ปาน	เป็นคนเงียบ ๆ มักเป็นผู้ตามมากกว่าผู้นำ	ก่อนเรียน	7	3	7	6	
			หลังเรียน	11	1	5	5	
15	วิน	เป็นผู้ตาม เพื่อนว่าไง ว่าตามกัน มีความคิดขัดแย้งบ้าง แต่ส่วนใหญ่จะเห็นด้วยกับเพื่อน	ก่อนเรียน	10	2	7	4	
			หลังเรียน	16	1	4	2	

Ref. code: 25635919030063XHM

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวอุษณีย์ เตรียมเชิดติวงศ์
วันเดือนปีเกิด	28 กันยายน 2523
วุฒิการศึกษา	ปีการศึกษา 2545: การศึกษาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปีการศึกษา 2549: การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ตำแหน่ง	ครู โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย

Ref. code: 25635919030063XHM