ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีก เรื่อง แหล่งน้ำและลมฟ้าอากาศ ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเครือข่ายพัฒนาคุณภาพการศึกษาท้ายเหมือง 3 จังหวัดพังงา

นางสาวสุนิสา จูฑามาตย์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
พ.ศ. 2562

The Effects of Inquiry Learning Management Together with Two Brain Hemispheres Development Activities in the Topic of Water Resources and Weather on Analytical Thinking Ability and Scientific Problem Solving Ability of Prathom Suksa V Students at Thai Mueang 3 Educational Quality Development Network Schools in Phang-nga Province

Miss Sunisa Juthamart

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for
the Degree of Master of Education in Science Education
School of Educational Studies
Sukhothai Thammathirat Open University
2019

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีก เรื่อง แหล่งน้ำและลมฟ้าอากาศ ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเครือข่ายพัฒนาคุณภาพการศึกษาท้ายเหมือง 3 จังหวัดพังงา

ชื่อและนามสกุล นางสาวสุนิสา จูฑามาตย์

วิชาเอก วิทยาศาสตร์ศึกษา

สาขาวิชา ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

อาจารย์ที่ปรึกษา 1. รองศาสตราจารย์ ดร.สุจินต์ วิศวธีรานนท์

2. รองศาสตราจารย์ ดร.นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์

วิทยานิพนธ์นี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 29 ตุลาคม 2563

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ไสว ฟักขาว)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุจินต์ วิศวธีรานนท์)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์)

..... ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมพร พุทธาพิทักษ์ผล)

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีก เรื่อง แหล่งน้ำและลมฟ้าอากาศ ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเครือข่ายพัฒนาคุณภาพการศึกษาท้ายเหมือง 3 จังหวัดพังงา

ผู้วิจัย นางสาวสุนิสา จูฑามาตย์ **รหัสนักศึกษา** 2602000222

ปริญญา ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)

อาจารย์ที่ปรึกษา (1) รองศาสตราจารย์ ดร.สุจินต์ วิศวธีรานนท์ (2) รองศาสตราจารย์ ดร.นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ **ปีการศึกษา** 2562

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเครือข่ายพัฒนาคุณภาพการศึกษาท้ายเหมือง 3 จังหวัดพังงา ระหว่างก่อนและหลังเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีก และ (2) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเครือข่ายพัฒนาคุณภาพการศึกษาท้ายเหมือง 3 จังหวัดพังงา ระหว่างก่อนและหลังเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีก

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านพอแดงซึ่งเป็นโรงเรียนเครือข่ายพัฒนาคุณภาพการศึกษาท้ายเหมือง 3 จังหวัดพังงา จำนวน 19 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีก เรื่อง แหล่งน้ำและลมฟ้าอากาศ แบบทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยปรากฏว่า (1) ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีก หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (2) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีก หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ การสืบเสาะหาความรู้ กิจกรรมพัฒนาสมองสองซีก การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ประถมศึกษา

Thesis title: The Effects of Inquiry Learning Management Together with Two Brain Hemispheres Development Activities in the Topic of Water Resources and Weather on Analytical Thinking Ability and Scientific Problem Solving Ability of Prathom Suksa V Students at Thai Mueang 3 Educational Quality Development Network Schools in Phang-nga Province
Researcher: Miss Sunisa Juthamart; **ID:** 2602000222;
Degree: Master of Education (Science Education);
Thesis advisors: (1) Dr. Suchin Visavateeranon, Associate Professor;
(2) Dr. Nuanjid Chaowakeeratipong, Associate Professor; **Academic year:** 2019

Abstract

This purposes of this study were to (1) compare the analytical thinking ability of Prathom Suksa V students at Thai Mueang 3 Educational Quality Development Network Schools, Phang Nga Province, before and after learning by using the inquiry learning management together with two brain hemispheres development activities, and (2) compare scientific problem solving ability of Prathom Suksa V students at Thai Mueang 3 Educational Quality Development Network Schools, Phang Nga Province before and after learning by using inquiry learning management together with two brain hemispheres development activities.

The sample consisted of 19 Prathom Suksa V students at Ban Por Daeng School, Thai Mueang 3 Educational Quality Development Network School in Phang-nga Province, obtained by cluster random sampling. The instruments used in this study were learning management plans in the topic of Water Resources and Weather using inquiry learning management together with two brain hemispheres development activities, an analytical thinking ability test, and a scientific problem solving ability test. Statistics used for data analysis were the mean, standard deviation, and t-test.

The results of the study revealed that (1) the post-learning analytical thinking ability of the students learning by using inquiry learning management together with two brain hemispheres development activities were statistically higher than their pre-learning counterpart ability at the .05 level of significance, and (2) the post-learning scientific problem-solving ability of the students learning by using inquiry learning management together with two brain hemispheres development activities were statistically higher than their pre-learning counterpart ability at the .05 level of significance.

Keyword: Inquiry learning, Two Brain Hemispheres development activities, Analytical thinking, Scientific problem solving, Elementary education

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ขึ้นมาได้ ด้วยความเมตตาของประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. ไสว ฟักขาว ที่ให้คำแนะนำในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ให้ถูกต้องสมบูรณ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.สุจินต์ วิศวธีรานนท์ และ รองศาสตราจารย์ ดร. นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ ที่ให้คำแนะนำ ตรวจสอบและแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆ พร้อมทั้งให้กำลังใจติดตามความก้าวหน้าตลอดระยะเวลาการทำวิทยานิพนธ์ด้วยดีเสมอมา จึงใคร่ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณ ดร.ศิริวรรณ ฉัตรมณีรุ่งเจริญ คุณครูพิมนุชา อู๊ดเจริญ และคุณครูจรรยา วรรัตน์ ที่ให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย คุณครูประภา แก้วพระปราบ คุณครูโรงเรียนบ้านพอแดง และคุณครูปุณญิศา ยศสุวรรณ คุณครูโรงเรียนวัดปัตติการาม ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทดลองใช้แบบทดสอบ

ขอขอบคุณ ผู้อำนวยการ นันท์ฐวริทธิ์ เพชรสุก ที่ให้โอกาสได้ใช้เวลาในการสอน ทำการทดลองเพื่อทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนคุณครูในโรงเรียนทุกท่านที่คอยอำนวยความสะดวก ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำในการเก็บรวบรวมข้อมูล และขอบใจนักเรียนทุกคนที่เป็นกำลังสำคัญในการขับเคลื่อนวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์สาขาวิชาศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัย สุโขทัยธรรมาธิราช รวมทั้งขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ นักศึกษาสาขาวิชาศึกษาศาสตร์ทุกท่านที่ให้คำแนะนำ และเป็นแรงกระตุ้นในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณครอบครัวที่คอยเป็นกำลังใจให้มีแรงสู้ต่อปัญหาและอุปสรรคต่างๆ และขอน้อมรำลึกถึงคณาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้สั่งสอนตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

หากงานวิจัยครั้งนี้มีประโยชน์ต่อสังคมและบุคคลอื่น ผลบุญในครั้งนี้จงเกิดแก่บิดามารดาและผู้มีพระคุณทุกท่าน

สุนิสา จูฑามาตย์

ตุลาคม 2563

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญภาพ ..... ญ
บทที่ 1 บทนำ 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
วัตถุประสงค์การวิจัย 5
สมมติฐานการวิจัย 7
ขอบเขตของการวิจัย 7
นิยามศัพท์เฉพาะ 8
ประโยชน์ที่ได้รับ 9
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 10
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 11
การพัฒนาสมองสองซีก 25
การคิดวิเคราะห์ 35
การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 37
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 46
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 51
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 51
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 52
การเก็บรวบรวมข้อมูล 65
การวิเคราะห์ข้อมูล 66
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 70
ตอนที่ 1 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ 70
ตอนที่ 2 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 72

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 74
สรุปการวิจัย 74
อภิปรายผล 76
ข้อเสนอแนะ 79
บรรณานุกรม 80
ภาคผนวก 89
ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย 90
ข การหาประสิทธิภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 92
ค ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีก 98
ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 106
ประวัติผู้วิจัย 144

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 บทบาทของผู้สอนและพฤติกรรมของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้ 21
ตารางที่ 2.2 ลักษณะและความถนัดของสมองซีกซ้ายและขวา 28
ตารางที่ 2.3 ลักษณะการทำงานของสมองสองซีก 29
ตารางที่ 2.4 กิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาสมองสองซีก 34
ตารางที่ 3.1 กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการทำงานของสมองซีกซ้าย 53
ตารางที่ 3.2 กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการทำงานของสมองซีกขวา 54
ตารางที่ 3.3 บทบาทครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีก 56
ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีก 71
ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับกิจกรรมการพัฒนาสมองทั้งสองซีก 72

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย 5
ภาพที่ 2.1 วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 19
ภาพที่ 2.2 รูปแบบการเรียนรู้ของ David Kolb 31
ภาพที่ 2.3 ผังการทำงานของสมองซีกซ้ายและซีกขวา 33

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้พัฒนาอย่างรวดเร็ว อีกทั้งเป็นยุคของข้อมูลข่าวสาร ดังนั้น การเรียนรู้จึงเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา จากความเจริญก้าวหน้าที่เป็นไปอย่างรวดเร็ว พบว่า เยาวชนของประเทศที่จะเป็นกำลังสำคัญต่อไปภายภาคหน้ากำลังเผชิญกับปัญหาความยุ่งยาก ซับซ้อนและสับสน คิดไม่เป็น ทำไม่ได้ แก้ปัญหาไม่ถูกวิธี และไม่มีวิธีการในการคิดวิเคราะห์ข่าวสารต่างๆ เพื่อนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการดำเนินชีวิต ทำให้เกิดปัญหา เช่น ปัญหาการถูกล่อลวง ปัญหาอาชญากรรม ปัญหายาเสพติด ปัญหาโสเภณีเด็ก และท้ายที่สุดเป็นปัญหาที่บั่นทอนความเจริญของสังคมและประเทศชาติ การรู้จักพึ่งตนเอง คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาได้ เป็นประเด็นที่จะทำให้เกิดความมั่นคงในสังคมของประเทศชาติ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องเร่งสร้างสมรรถนะการคิดของประชากรของประเทศให้มีคุณภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเยาวชนของชาติ ซึ่งเป็นกำลังในการนำประเทศให้อยู่ในสังคมโลกได้อย่างสมศักดิ์ศรี (สุปราณี จิราณรงค์, 2547, บทนำ)

เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของโลกอย่างรวดเร็ว การเตรียมคนให้สามารถรับการเปลี่ยนแปลงและดำรงชีวิตในสังคมได้อย่างมีคุณภาพเป็นประเด็นที่ทุกฝ่ายวิตกกังวล ได้มีการเสนอทักษะแห่งอนาคตใหม่ : การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โดยเครือข่ายความร่วมมือเพื่อทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (Partnership for 21st Century Skills) ประเทศสหรัฐอเมริกา มีแนวคิดให้ส่งเสริมความเข้าใจในเนื้อหาวิชาแกน อันได้แก่ ภาษา ศิลปะ คณิตศาสตร์ การปกครองและหน้าที่พลเมือง เศรษฐศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภูมิศาสตร์ ประวัติศาสตร์ และสอดแทรกทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เข้าไปในทุกวิชาแกนหลักดังกล่าว ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วยทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ทักษะด้านสารสนเทศ และทักษะด้านชีวิตและอาชีพ นอกจากนี้ ยังได้เสนอทักษะของคนในศตวรรษที่ 21 ที่ทุกคนจะต้องเรียนรู้ตลอดชีวิต คือ การเรียนรู้ 3R x 7C โดยที่ 3R หมายถึง อ่านออก เขียนได้ และคิดเลขเป็น ส่วน 7C ประกอบด้วยการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา การสร้างสรรค์และนวัตกรรม ความเข้าใจความต่างวัฒนธรรม ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ การสื่อสารสารสนเทศและรู้เท่าทันสื่อ ทักษะด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร อาชีพและการเรียนรู้ (วิจารณ์ พานิช, 2555, น.16-21)

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีอิทธิพลและความสัมพันธ์กับชีวิตมนุษย์เป็นอย่างมาก เพื่อให้เข้าใจวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสามารถติดตามความก้าวหน้าได้ การจัดการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาแกนวิชาหนึ่งที่มีความสำคัญสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2560 ตามที่กระทรวงศึกษาธิการ (2560, น. 3) ข้อที่ 6 กำหนดว่า เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการทักษะในการสื่อสารและความสามารถในการตัดสินใจ สอดคล้องกับข้อเสนอของเครือข่ายความร่วมมือเพื่อทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่ให้สอดแทรกทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เข้าไปในทุกวิชาแกนหลัก นอกจากนี้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ยังกำหนดสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน 5 ด้านคือ ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี สำหรับความสามารถในการคิด หมายถึงความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดเป็นระบบ และความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง ความเข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม บนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรม และข้อมูลสารสนเทศ

จะเห็นได้ว่า หลักสูตรระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานของประเทศไทย มีเป้าหมายในการพัฒนาสมรรถนะด้านการคิดและการแก้ปัญหาให้แก่เยาวชน กำหนดให้การจัดการเรียนการสอนรายวิชาต่างๆ บูรณาการการพัฒนาสมรรถนะที่กำหนด แต่ผลคะแนนจากการทดสอบโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (PISA) อยู่ในระดับต่ำกว่าอีกหลายประเทศที่มีระดับการพัฒนาใกล้เคียงกัน โดยที่การประเมิน PISA เป็นการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งต้องอาศัยสมรรถนะในการคิดเป็นพื้นฐาน ปัญหาผลการประเมินต่ำนี้เกิดจากข้อจำกัดเรื่อง หลักสูตรและระบบการเรียนการสอน ที่เน้นการสอนเนื้อหาสาระและความจำมากกว่าการพัฒนาทักษะและสมรรถนะ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560, น. 123)

สำหรับกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องเรียนเป็นพื้นฐาน เพื่อให้สามารถนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตหรือศึกษาต่อในวิชาชีพที่ต้องใช้วิทยาศาสตร์ได้ โดยเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาแต่ละสาระในแต่ละระดับชั้นให้มีการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการเรียนรู้ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญ ทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถ

ตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 3)

ในฐานะครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา โรงเรียนเครือข่ายพัฒนาคุณภาพการศึกษาท้ายเหมือง 3 จังหวัดพังงา ผู้วิจัยตระหนักถึงความสำคัญของการจัดกิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการคิดตามที่หลักสูตรแกนกลางสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กำหนด โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่เป็นพื้นฐานของการคิดระดับที่สูงขึ้น และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จึงได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่จะนำไปใช้ในการพัฒนาการคิดสำหรับวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น เป็นรูปแบบที่สอดคล้องกับธรรมชาติวิทยาศาสตร์ นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ มีโอกาสได้ฝึกคิดและลงมือแสวงหาความรู้และแก้ปัญหาด้วยตนเอง นักเรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ (ภพ เลาหไพบูลย์, 2542, น. 156-157) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ประกอบด้วยขั้นตอนการสอน 5 ขั้น คือ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมิน จากการศึกษาของ ศศิธร เจียมโคกสูง (2552) เกี่ยวกับผลการใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนตำบลโครกกรวด อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้ ศิลา สงอาจินต์ (2551) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมปีที่ 6 ด้วยวิธีเปรียบเทียบผลการวัดก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เนื่องจากความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการคิดแก้ปัญหาเป็นเรื่องเกี่ยวกับการทำงานของสมอง ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสมองกับการคิด พบว่า การศึกษาเกี่ยวกับสมองสองซีกของมนุษย์เริ่มขึ้นในปี ค.ศ. 1960 โดยโรเจอร์ สเพอร์รี (Roger Sperry) เขาได้ศึกษาระบบและโครงสร้างการทำงานของสมอง พบว่า สมองทั้งสองซีกเรียนรู้และทำหน้าที่ในการเรียนรู้แยกจากกัน ทำให้เขาค้นพบความแตกต่างในการทำงานระหว่างสมองซีกซ้าย (Left hemisphere) และสมองซีกขวา (Right hemisphere) ต่อมามีการศึกษา พบว่า สมองซีกซ้ายทำหน้าที่การคิดด้านตรรกะ การวิเคราะห์ การจัดเรียงลำดับ การใช้ภาษาพูด การปฏิบัติงานทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ การใช้เหตุผล และการใช้หลักความจริง ส่วนสมองซีกขวาทำหน้าที่การคิดสร้างสรรค์ ความสุนทรียภาพ และการใช้สหัชญาณในการหยั่งรู้ ขณะที่มนุษย์กำลังคิด สมองทั้ง

สองซีกทำงานร่วมกันแต่จะแสดงลักษณะเด่นออกมาแตกต่างกันตามความถนัดของแต่ละคน (Elkhonon et al., 1994, pp. 371-374; พัชรีวัลย์ เกตุแก่นจันทร์, 2544, น. 23-27) นอกจากนี้ เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2544, น.101); สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545, น.12), กัลยา สุวรรณแสง (2540, น.108), นิคม ปิยมโนชา (2547, น.1) ได้กล่าวว่า กระบวนการทำงานของสมองแบ่งออกเป็น 2 ซีก แต่ละซีกทำหน้าที่ควบคุมการคิดในลักษณะที่แตกต่างกัน สมองซีกซ้ายควบคุมการคิดที่เป็นเรื่องของตรรกะ การวิเคราะห์ เปรียบเทียบด้วยเหตุผล การคิดคำนวณในเชิงลึก เชิงระบบเป็นสำคัญ ส่วนสมองซีกขวาควบคุมการคิดสร้างสรรค์ คิดในแง่มุมต่าง ๆ ควบคุมอารมณ์ จิตใจ รวมถึงญาณหยั่งรู้ต่างๆ ถือเป็นการคิดในมุมกว้าง

จากการศึกษาข้อมูลข้างต้นอาจจะกล่าวได้ว่า การเชื่อมโยงการทำงานของสมองสองซีกส่งผลต่อการคิดของมนุษย์ ช่วยให้สามารถคิดค้นแก้ปัญหาต่างๆ ค้นพบแนวทางการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ และสร้างสรรค์ศิลปะที่ยิ่งใหญ่ ซึ่งเกิดจากการทำงานของสมองซีกขวาทำงานเชื่อมโยงกับสมองซีกซ้าย หากใช้สมองเพียงด้านเดียวจะทำให้ความคิดนั้นไม่สมบูรณ์ เช่น การทำหน้าที่ความคิดสร้างสรรค์ของสมองซีกขวาจะสามารถแสดงออกถ่ายทอดให้ผู้อื่นทราบได้ต้องเกิดจากการรวบรวม วิเคราะห์ และเรียบเรียงถ้อยคำของสมองซีกซ้ายเท่านั้น การที่บุคคลสามารถใช้สมองทั้งสองซีกทำงานได้อย่างเท่าเทียมกันจะทำให้บุคคลนั้นสามารถคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์และแก้ปัญหาได้ดีกว่าบุคคลที่ถนัดใช้สมองซีกใดซีกหนึ่ง(ปัญจนาฏ วรวัฒนชัย, 2559, น. 5- 6) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดให้นักเรียนใช้สมองซีกซ้ายและซีกขวาสลับกันไปมา สามารถพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และแก้ปัญหา ดังที่มีการนำแนวคิดนี้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้รูปแบบ 4MAT ที่จัดการเรียนรู้เน้นการพัฒนาสมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวาเท่าเทียมกัน และส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน กระบวนการทั้งหมด ของ 4 MAT เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่สามารถแบ่งออกเป็นสองประเภท คือ กิจกรรมที่เน้นรายละเอียดซึ่งใช้เป็นอักษร “L”แทน และกิจกรรมประเภทสร้างสรรค์ แทนอักษร “R” เป็นการจัดกิจกรรมที่หลากหลายให้สอดคล้องกับการทำงานของสมอง ทำให้ผู้เรียนเกิดความท้าทาย ไม่คิดว่าเป็นการเรียนที่น่าเบื่อ แต่จะเรียนด้วยความสนุกสนาน และเพลิดเพลิน ต่อเนื่องเป็นเวลานาน เป็นการเรียนรู้โดยธรรมชาติ ส่งผลให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถเต็มตามศักยภาพของตนเอง (เธียร พานิช, 2544, น.31) จากผลการวิจัยการใช้รูปแบบ 4MAT ในการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ของ กันติกาน สืบกินร (2551) และ ตรูเนตร อัชชสวัสดิ์ (2542) พบว่า การสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนที่คำนึงถึงรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน 4 แบบกับการพัฒนาสมองซีกซ้ายกับซีกขวาโดยเท่าเทียมกัน เป็นรูปแบบการสอนที่สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาได้

ผู้วิจัยจึงสนใจนำกิจกรรมการพัฒนาสมองสองซีกมาใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนประถมศึกษา กลุ่มเครือข่าย

พัฒนาคุณภาพการศึกษาท้ายเหมือง 3 จังหวัดพังงา ในบทเรียน เรื่อง แหล่งน้ำและลมฟ้าอากาศ เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

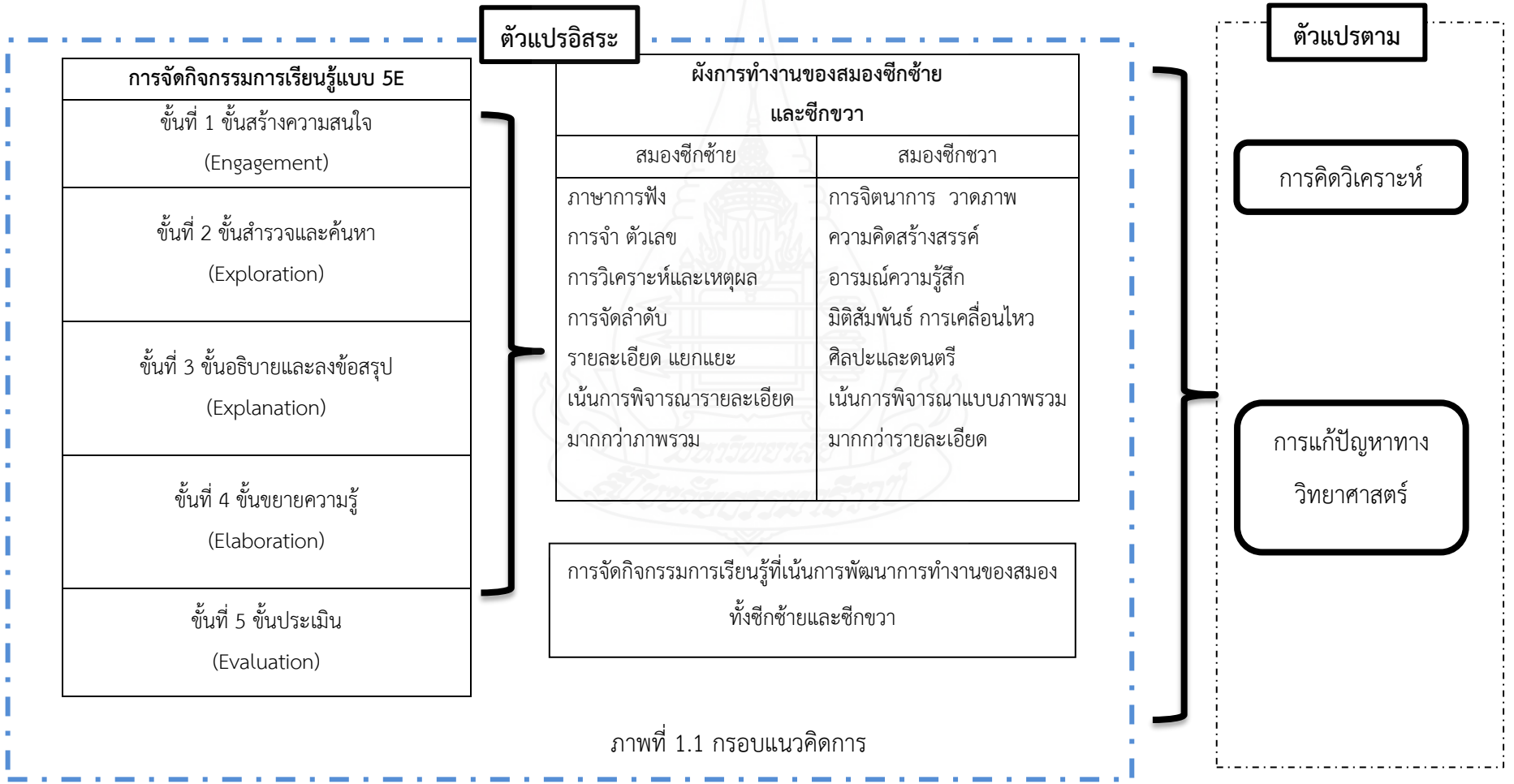
2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีก

2.2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีก

3. กรอบแนวคิดการวิจัย ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีก เรื่อง แหล่งน้ำและลมฟ้าอากาศ ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาความคิดวิเคราะห์และความสามารถในการแก้ปัญหาได้ และการพัฒนาสมองสองซีกช่วยส่งเสริมการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยจึงกำหนดกรอบแนวคิดการวิจัยดังนี้



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการ

4. สมมติฐานการวิจัย

4.1 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีกสูงกว่าก่อนเรียน

4.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีกสูงกว่าก่อนเรียน

5. ขอบเขตของการวิจัย

5.1 ประชากร ประชากรที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มเครือข่ายท้ายเหมือง 3 จังหวัดพังงา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวนทั้งหมด 5 โรงเรียน จำนวน 286 คน

5.2 ตัวแปรที่ศึกษา

5.2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้(5E) ร่วมกับการพัฒนาสมองสองซีก

5.2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

1) ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

2) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศษสตร์

5.3 เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

5.3.1 เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง คือ เรื่อง แหล่งน้ำและ ลม ฟ้า อากาศ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ปรับปรุง พุทธศักราช 2560 จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ

5.3.2 สถานการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

5.4 ระยะเวลาในการทดลอง

งานวิจัยนี้ ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ใช้เวลาในการสอน 18 ชั่วโมง

6. นิยามศัพท์เฉพาะ

6.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนค้นหาความจริงแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เน้นกิจกรรมของผู้เรียน มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดหาเหตุผล ลงมือปฏิบัติ สำรวจ ตรวจสอบด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และ ขั้นประเมิน (Evaluation)

6.2 กิจกรรมพัฒนาสมองสองซีก หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนออกแบบให้ผู้เรียนมีโอกาสใช้สมองซีกซ้าย ได้แก่ ภาษา การฟัง การจำ ตัวเลข การวิเคราะห์และเหตุผล การจัดลำดับ รายละเอียด แยกแยะ การพิจารณารายละเอียด และใช้สมองซีกขวา ได้แก่ การจินตนาการ วาดภาพ ความคิดสร้างสรรค์ อารมณ์ความรู้สึก มิติสัมพันธ์ การเคลื่อนไหว ศิลปะและดนตรี การพิจารณาแบบภาพรวม โดยจัดให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมที่ใช้สมองสองซีกสลับไปมาโดยเท่าเทียมกัน

6.3 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีก หมายถึง การจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน คือ ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และขั้น ประเมิน (Evaluation) ในขั้นตอนแต่ละขั้นดังกล่าวกำหนดกิจกรรมที่นักเรียนทำโดยใช้สมองซีกซ้ายและซีกขวาสลับกัน เพื่อพัฒนาสมองสองซีกอย่างความสมดุลและเท่าเทียมกัน

6.4 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะเพื่อหาส่วนย่อยของเหตุการณ์เรื่องราวหรือเนื้อหาต่างๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เป็นการคิดโดยอาศัยองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้หาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อนำไปสู่การคิดในระดับที่สูงขึ้น หรือสรุปอย่างสมเหตุสมผล ครอบคลุมความสามารถของนักเรียน 3 ด้าน ตามแนวคิดของบลูม (Bloom, 1956, น. 64) คือ 1) วิเคราะห์ความสำคัญ 2) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ 3) วิเคราะห์หลักการ ซึ่งทำการวัดโดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

6.5 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมด้านความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหาที่กี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีระบบ โดยมีขั้นตอนตามแนวคิดของ เวียร์ (Weir, 1974) คือ 1) การกำหนดปัญหา 2) การวิเคราะห์ปัญหา 3) การเสนอวิธีการแก้ปัญหา 4) การวิเคราะห์ผลจากการแก้ปัญหา ซึ่งทำการวัดโดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

7. ประโยชน์ที่ได้รับ

7.1 ครูผู้สอนได้แผนจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้(5E) ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีก

7.2 นักเรียนมีความสามารถในด้านการคิดวิเคราะห์ และการแก้ปัญหา เพื่อเป็นการพัฒนาการเรียนรู้สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

7.3 เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นๆ ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ (5E) และเน้นการพัฒนาสมองทั้งสองซีก เพื่อไปปรับใช้ในกระบวนการเรียนการสอนของตนเอง

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยหัวข้อ ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีก เรื่อง แหล่งน้ำและลมฟ้าอากาศ ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้รวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
   1.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
   1.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
   1.3 ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
   1.4 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
   1.5 บทบาทผู้สอนและพฤติกรรมของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น
   1.6 ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
2. การพัฒนาสมองสองซีก
   2.1 หน้าที่และการทำงานของสมองสองซีก
   2.2 การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาสมองสองซีก
   2.3 กิจกรรมที่ใช้ในการพัฒนาสมองสองซีก
3. การคิดวิเคราะห์
   3.1 ความหมายของการคิดวิเคราะห์
   3.2 การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์
4. การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
   4.1 ความหมายของการแก้ปัญหา
   4.2 กระบวนการและขั้นตอนในการแก้ปัญหา
   4.3 การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
   5.1 การวิจัยในประเทศ
   5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

1.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

นักวิชาการทั้งของไทยและต่างประเทศได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้หรือการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้หลายท่าน แต่จะขอกล่าวพอเป็นสังเขป คือ

สุรางค์ สากร (2537, น.133) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยกระบวนการสืบเสาะว่า หมายถึงการเรียนรู้ที่ครูจัดสถานการณ์หรือกิจกรรมที่เป็นกระบวนการคิดเพื่อให้ผู้เรียนค้นหาความรู้ได้อย่างมีหลักการและมีเหตุผล โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีการตั้งคำถามหรือสมมติฐานขึ้นมา และทดสอบโดยให้ผู้เรียนใช้ประสบการณ์หรือความรู้เดิมกับการคิดอย่างมีเหตุผลมาประกอบ

เสน่ห์ ทิมสุกใส (2542, น. 271-272) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้โดยกระบวนการสืบเสาะ หมายถึง กระบวนการค้นหาความรู้หรือความจริงโดยเน้นวิธีการได้มาซึ่งความจริงมากกว่าตัวของความจริง ซึ่งเป็นผลผลิตของการค้นคว้า

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542, น. 123) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้ค้นพบความจริงต่างๆ ด้วยตนเอง ให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหา โดยครูทำหน้าที่คล้ายผู้ช่วย

คุสลาน และ สโตน (Kuslan & Stones, 1968) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นการสอนที่ครูและผู้เรียนได้ศึกษาประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และด้วยจิตใจเป็นนักวิทยาศาสตร์

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2544, น. 36) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า หมายถึง การสอนที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผล จนค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยครูตั้งคำถามประเภทกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ความคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้เอง และสามารถนำวิธีการแก้ปัญหานั้นมาแก้ปัญหาได้

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544, น.56) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า หมายถึง การจัดการเรียนการสอนโดยวิธีให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ หรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมาย วิธีสืบสอบความรู้จะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของการเรียน

จากความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สามารถสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนค้นหาความจริงโดยการแสวงหาความรู้

ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นการสอนที่เน้นพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา เน้นกิจกรรมของผู้เรียน มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดหาเหตุผล ลงมือปฏิบัติ สำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกเท่านั้น

1.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การเรียนรู้เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการพัฒนาความคิดและความสามารถโดยอาศัยประสบการณ์และปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและสิ่งแวดล้อม ทำให้บุคคลดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างมีความสุข การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ซับซ้อน การเรียนการสอนโดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ทฤษฎีและกระบวนการเกี่ยวกับการเรียนรู้ ได้แก่ ทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ (constructivism) ซึ่งเชื่อว่านักเรียนทุกคนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างมาแล้วไม่มากก็น้อย ก่อนที่ครูจะจัดการเรียนการสอนให้ เน้นว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นด้วยตัวของผู้เรียนรู้เอง และการเรียนรู้เรื่องใหม่จะมีพื้นฐานมาจากความรู้เดิม ดังนั้นประสบการณ์เดิมของผู้เรียนจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเรียนรู้เป็นอย่างยิ่ง กระบวนการเรียนรู้ (process of learning) ที่แท้จริงของผู้เรียนไม่ได้เกิดจากการบอกเล่าของครูหรือผู้เรียนเพียงแต่จดจำแนวคิดต่างๆ ที่มีผู้บอกให้เท่านั้น แต่การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างสรรค์ความรู้เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สำรวจตรวจสอบและค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้อย่างมีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของผู้เรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองอย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใดๆ มาเผชิญหน้า ดังนั้นการที่ผู้เรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้ต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (inquiry process) (กรมวิชาการ, 2542, น.145-146)

เพียเจต์ (Piaget, 1962, p. 61) กล่าวว่า การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีรากฐานมาจากจิตวิทยาในเรื่องการเน้นพัฒนาการทางสมองของเพียเจต์ที่ว่า คนมีกระบวนการคิดเป็น 2 ประการ คือ มีโครงสร้างความคิดเดิม จึงสามารถนำความคิดเดิมมาเป็นแนวคิดให้เกิดความรู้ใหม่ได้ แต่ถ้าสิ่งที่รับใหม่ไม่สัมพันธ์กับโครงสร้างความคิดเดิมก็สามารถปรับปรุงโครงสร้างนั้นเพื่อรับความรู้ใหม่ได้ ดังนั้น โครงสร้างของกระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จึงมี 2 ชั้นคือ

ชั้นที่ 1 Assimilative Structure คือ ชั้นเร้าให้เด็กนำความรู้เดิมมาใช้เป็นแนวทางในการคิด

ชั้นที่ 2 Accommodative Structure คือ ในกรณีที่ความรู้เดิมเป็นแนวทางให้เกิดความรู้ใหม่นั้น ไม่ตรงกับความรู้ใหม่ก็จะต้องปรับปรุงเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเพื่อให้เข้าใจความรู้ใหม่

ซันด์ และ โทรว์บริด (Sund & Trowbridge, 1973, p. 85) ได้ระบุถึงหลักจิตวิทยาของการเรียนรู้ที่เป็นพื้นฐานในการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า

1. ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนจะเรียนรู้ได้ดีที่สุดก็ต่อเมื่อผู้เรียนได้เกี่ยวข้องกับการค้นหาความรู้นั้นๆ โดยตรง มากกว่าการที่จะบอกเล่าให้ผู้เรียนฟัง

2. การเรียนรู้จะเกิดได้ดีที่สุด เมื่อสถานการณ์แวดล้อมในการเรียนนั้นยั่วยุให้ผู้เรียนอยากเรียน ไม่ใช่บีบบังคับ และผู้สอนจะต้องจัดกิจกรรมที่นำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้าแทนที่จะให้ผู้เรียนเกิดความล้มเหลว

3. วิธีการสอนของครูจะต้องส่งเสริมความคิดให้ผู้เรียนคิดเป็น มีความคิดสร้างสรรค์ ให้โอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความคิดของตนให้มากที่สุด

ภพ เลาหไพบูลย์ (2537, น. 64-70) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้อย่างมีประสิทธิภาพ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องนำความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีพัฒนาการและหลักการเรียนการสอนมาใช้ ดังนี้

1. พัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียนตามทฤษฎีของเพียเจต์ (Piaget) ได้แบ่งขั้นของการพัฒนาความคิดไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 ขั้นเคลื่อนไหว - สัมผัส (sensory – motor stage) อายุแรกเกิด – 18 เดือน หรือ 2 ปี ขั้นนี้จะคิดหรือเรียนรู้จากการสัมผัสและการเคลื่อนไหวของคน

1.2 ขั้นเริ่มคิดเริ่มเข้าใจ หรือขั้นก่อนปฏิบัติการ (pre – inquiry stage) อายุระหว่าง 2-7 ปี ขั้นนี้จะคิดหรือรู้เท่าที่สามารถมองเห็น

1.3 ขั้นรู้จักใช้ความคิดเชิงรูปธรรม หรือขั้นปฏิบัติการรูปธรรม (concrete operational stage) อายุระหว่าง 7-11 หรือ 12 ปี ขั้นนี้จะคิดได้มากขึ้น แต่การคิดยังขึ้นกับสิ่งที่เป็นรูปธรรมมาก ลักษณะที่สำคัญคือ

1.3.1 รับรู้เข้าใจปรากฏการณ์ที่มีตัวแปรหลายตัวได้ แต่ต้องอยู่ในลักษณะสภาพจริงหรือรูปธรรม

1.3.2 เชื่อมโยงตัวแปรต่างๆ ได้

1.3.3 สามารถจัดกระทำข้อมูลที่เป็นจริงได้โดยใช้ความคิดอย่างมีเหตุผลในด้านการนับ การจำแนก การเรียงลำดับ

1.4 ขั้นใช้ความคิดเชิงนามธรรมหรือขั้นปฏิบัติการนามธรรม (formal operational stage) อายุระหว่าง 11 หรือ 12 ปีขึ้นไป เป็นขั้นที่คิดได้แบบผู้ใหญ่ ลักษณะสำคัญ คือ

1.4.1 สามารถรับรู้เข้าใจเรื่องที่เป็นนามธรรมได้

1.4.2 รู้จักตั้งสมมติฐาน ทำการทดลอง เพื่อพิสูจน์สมมติฐาน

1.4.3 อ้างอิงผลการทดลอง เพื่อนำไปสนับสนุนข้อคาดคะเนที่ตั้งไว้ อนุมานผลจากข้อสรุปไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ได้

1.4.4 จำแนกวิเคราะห์ปัญหาที่สลับซับซ้อนได้อย่างเป็นระบบ

1.4.5 จัดกระทำข้อมูลที่มีตัวแปรหลายตัวที่เกี่ยวข้องได้โดยมองเห็นความสัมพันธ์ของตัวแปรทุกตัว

2. แนวคิดและการเรียนรู้ของเพียเจต์

นักเรียนระดับประถมศึกษาช่วงอายุระหว่าง 6-12 ปี จะเห็นว่าการพัฒนาความคิดอยู่ในขั้นที่ 2 ขั้นที่ 3 และขั้นที่ 4 ตามแนวคิดของเพียเจต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6 ช่วงอายุประมาณ 10-11-12 ปี พัฒนาการคิดอยู่ในระหว่างปลายของขั้นที่ 3 และตอนต้นของขั้นที่ 4 กิจกรรมการเรียนการสอนยังควรเป็นรูปธรรมและจัดโอกาสให้รู้จักคิดวิเคราะห์ กำหนดสมมติฐาน ระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ทดสอบสมมติฐาน ตีความหมายและลงข้อสรุปข้อมูลได้

3. หลักการสอนตามแนวคิดของเพียเจต์ สรุปได้ดังนี้

3.1 การเรียนรู้ที่จะเกิดขึ้นได้เมื่อผู้เรียนได้กระทำหรือลงมือปฏิบัติจริง

3.2 การพัฒนาการคิดการกระทำได้โดยจัดโอกาสให้นักเรียนได้ดูดซึมและปรับขยายโครงสร้างของความคิดอยู่เสมอ

3.3 การจัดความรู้ให้นักเรียนได้ฝึก และพัฒนาความคิดนั้นควรจัดให้สอดคล้องกับระดับขั้นของการพัฒนาความคิด

3.4 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ควรพยายามให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาโดยการทดลองให้เห็นจริง และหาเหตุผลเชิงรูปธรรมประกอบการอภิปราย

4. แนวทางการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดของเพียเจต์

4.1 จัดโอกาสให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง ในด้านที่เป็นรูปธรรมให้มากที่สุด เช่น จัดให้มีวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ที่จะช่วยพัฒนามโนทัศน์นั้นๆ

4.2 สอดแทรกแง่คิดต่างๆ ในบางครั้งอย่างเหมาะสม ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนได้คิดเชื่อมโยง และขยายความเพื่อการพัฒนาการคิด

4.3 ให้โอกาสแก่ผู้เรียนในการอภิปรายถกเถียง วิพากษ์วิจารณ์และตรวจสอบสิ่งต่างๆ ซึ่งจะเป็นการช่วยพัฒนาความสามารถที่จะวิเคราะห์ ตีความ และสรุปความหมายของความรู้ได้โดยเหตุผล

4.4 ควรระลึกถึงความสำคัญของการใช้ภาษา ครูควรช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในการใช้ภาษา เพื่อให้ขัดเกลาความคิด ขยายความคิด ภาษาที่ครูใช้อย่างถูกต้องจะช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาความคิดจากการรับรู้มาสู่ความสามารถที่จะคิดด้วยความเข้าใจ ได้พยายามใช้ความรู้ของเด็ก ทักษะของเด็ก ตลอดจนลักษณะนิสัยที่สนใจสิ่งแวดล้อม มีความอยากรู้อยากเห็น ชอบการสำรวจ ชอบทำงานกับเพื่อนมาประกอบการสอน

4.5 สนับสนุนให้ผู้เรียนรู้จักแสวงหาความรู้ และความเข้าใจเพื่อการพัฒนา ซึ่งเป็นองค์ประกอบของการพัฒนาความคิด

4.6 ตระหนักถึงการพัฒนาความคิดของนักเรียนแต่ละช่วงวัย ผู้เรียนแต่ละคนอายุเท่ากัน แต่อาจมีความแตกต่างทางด้านความคิดและแตกต่างจากผู้ใหญ่ โครงสร้างของความรู้ของผู้เรียนจะแตกต่างไปจากครู การสอนจึงเป็นการช่วยขยายความคิดของผู้เรียนให้กว้างขึ้น

จากหลักจิตวิทยาพื้นฐานดังกล่าว สรุปได้ว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้นั้นจะต้องจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่สามารถเปิดโอกาสให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้ ตามความเหมาะสมกับระดับวุฒิภาวะของผู้เรียน ใช้ความคิดปฏิบัติการด้วยตนเองจนเกิดการเรียนรู้เพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่ และเป็นการเชื่อมโยง ขยายความคิด ซึ่งเป็นการช่วยพัฒนาความสามารถที่จะวิเคราะห์ ตีความและสรุปความหมายของความรู้โดยใช้เหตุผล และพยายามให้ผู้เรียนแต่ละคนมีโอกาสประสบความสำเร็จ

1.3 ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

คณะกรรมการพัฒนามาตรฐานการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้แห่งสหรัฐอเมริกา (National Research Council, 2000, p. 24-27) ได้กำหนดลักษณะสำคัญของกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะ ไว้ 5 ประการ ดังนี้

1.3.1 นักเรียนตั้งคำถาม-ซักถาม คำถามที่นักเรียนเป็นผู้ริเริ่ม เป็นคำถามเกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระทางวิทยาศาสตร์เสมอ และเป็นคำถามที่มีลักษณะที่เป็นเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Questions) ซึ่งนำไปสู่การสืบค้นหาคำตอบที่เชื่อถือได้ ได้แก่ คำถามประเภท ทำไม (Why) และอย่างไร(How) ซึ่งเป็นคำถามที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์เชิงหน้าที่หรือสาเหตุ (Causal / Functional Questions) ครูจึงต้องมีความรู้ความสามารถในการชี้นำและวินิจฉัยคำถามที่นักเรียนถามให้เป็นคำถามที่มีประโยชน์ ไปสู่การสืบเสาะหาคำตอบ คำอธิบายได้ และให้มีความเหมาะสมกับระดับพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียน จนกระทั่งนำไปสู่การลงมือปฏิบัติกิจกรรมหาคำตอบได้

1.3.2 นักเรียนเก็บรวบรวมหลักฐาน เพื่อนำไปสู่การสร้างและประเมินคำอธิบายหรือคำตอบของปัญหาอย่างสมเหตุสมผล เชื่อถือได้ มีการใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ (Empirical Evidence) สำหรับเป็นพื้นฐานในการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือคำถามที่นักเรียนตั้งไว้

1.3.3 นักเรียนสร้างคำอธิบาย (Explanation) ซึ่งได้จากการเก็บรวบรวมหลักฐานข้อมูลเพื่อนำไปสู่การสร้างคำอธิบายหรือคำตอบของปัญหาหรือคำถาม มากกว่าการเน้นการสร้างกฎเกณฑ์โดยสรุป คำอธิบายเป็นการเสนอความเข้าใจใหม่ที่เลยพ้นการมีความรู้อยู่ในขณะนั้น คำอธิบายใดๆ ต้องถูกสร้างขึ้นมาจากการมีความรู้ หรือความเข้าใจที่มีอยู่ก่อนแล้วเสมอ

1.3.4 นักเรียนประเมินหรือตรวจสอบคำอธิบาย (Evaluation) การประเมินอาจนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไข หรือยกเลิกคำอธิบาย ในการประเมินนิยมใช้คำถาม เช่น หลักฐานที่มีอยู่สนับสนุนคำอธิบายที่สร้างหรือไม่ อย่างไร เป็นต้น ซึ่งทำให้นักเรียนได้ตรวจสอบว่าคำอธิบายดังกล่าว

ทั้งคำอธิบายเดิมและคำอธิบายอื่นที่เสนอไว้จากหลักฐานที่เก็บรวบรวม มีความสอดคล้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับกันโดยทั่วไปในขณะนั้นมากน้อยเท่าใด

1.3.5 นักเรียนรายงานคำอธิบายอย่างสมเหตุสมผล นักวิทยาศาสตร์ต้องนำคำอธิบายที่สร้างได้มารายงานให้ผู้รู้ในแวดวงวิทยาศาสตร์รับทราบ เพื่อให้คนอื่นสามารถตรวจสอบได้ โดยจะต้องมีความเชื่อมโยงเป็นเหตุเป็นผลระหว่างคำถาม ปัญหา กระบวนการ หลักฐาน คำอธิบายที่เสนอและการตรวจสอบคำอธิบายอื่น การรายงานคำอธิบายดังกล่าวทำให้เกิดการตรวจสอบ ทบทวน และเปิดโอกาสให้นักวิทยาศาสตร์คนอื่นได้ใช้คำอธิบายนี้สำหรับคำถามปัญหาใหม่ต่อไป ในการเรียนการสอนแบบสืบเสาะต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการสร้างและประเมินคำอธิบาย นักเรียนจะได้มีโอกาสซักถาม ตรวจสอบหลักฐาน ส่วนการมีส่วนร่วมในการรายงานคำอธิบายช่วยให้นักเรียนได้ตรวจสอบความเชื่อมโยงที่มีเหตุผลของหลักฐาน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับและคำอธิบายที่เสนอไว้อันจะนำไปสู่การแก้ไขปัญหาข้อขัดแย้งหรือโต้แย้งที่มีหลักฐานการสังเกตทดลองสนับสนุน

สรุปได้ว่า ลักษณะสำคัญของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ประกอบด้วยนักเรียนมีส่วนร่วมในการตั้งคำถามเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนเก็บรวบรวมหลักฐานเพื่อสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานที่รวบรวมได้ นักเรียนประเมินหรือตรวจสอบคำอธิบาย และนักเรียนรายงานคำอธิบายเพื่อการทบทวนตรวจสอบจากผู้อื่น

จากลักษณะการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ดังกล่าว เห็นได้ว่า เป็นการสอนที่เน้นผู้เรียนและสิ่งแวดล้อมเป็นสำคัญ นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้หรือการทำกิจกรรมการเรียน และเน้นให้นักเรียนเป็นผู้ควบคุมหรือนำตนเองในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ด้วย การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีการสร้างสรรค์ความรู้เป็นกระบวนการที่นักเรียนต้องจะต้องสืบค้น เสาะหา สำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้นั้นอย่างมีความหมายซึ่งจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลในสมองได้อย่างมีความหมายสามารถนำมาใช้เมื่อมีสถานการณ์ใดๆมาเผชิญหน้า (กรมวิชาการ, 2545, น. 21)

1.3 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ในการกำหนดขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้นั้นมีผู้กำหนดไว้ดังนี้

เรนเนอร์ และ สตาฟฟอร์ด (Renner and Stafford, 1972, pp. 112-113) ได้แบ่งขั้นตอนการเรียนรู้โดยกระบวนการสืบเสาะไว้เป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสำรวจและรวบรวมข้อมูล (exploration) เป็นการหาข้อมูลที่เกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษา

เพื่อจะนำไปสร้างเป็นความคิดรวบยอดหรือมโนมติต่อไป ข้อมูลอาจจะหาได้จาก 4 แหล่ง แหล่งแรกได้จากการสังเกตวัตถุจริงหรือปรากฏการณ์โดยตรง แหล่งที่สองได้จากการวัด แหล่งที่สามได้จากการทดลอง และแหล่งสุดท้ายได้จากการรวบรวมมาจากที่อื่น

2. ขั้นการสร้างความรู้จากข้อมูล (invention) ภายหลังจากการสำรวจแล้ว นักเรียนจะได้ข้อมูลซึ่งเกี่ยวกับคุณลักษณะและการเปลี่ยนแปลงปริมาณและรายละเอียดอื่นๆ ข้อมูลที่ได้นี้อาจจะยังไม่มีความหมายอะไรมากนัก จะต้องนำไปคำนวณหรือจัดข้อมูลเสียก่อนจึงจะมีความหมายพอที่จะตีความและสรุปต่อไปได้

3. ขั้นขยายความรู้จากการค้นพบ (discovery) ความรู้ที่ค้นพบในการสร้างความรู้นั้น ความจริงจะถือเป็นการค้นพบแล้วก็ได้ แต่ในการเรียนการสอนนั้น จะมั่นใจว่าผู้เรียนจะค้นพบความจริงก็ต่อเมื่อผู้เรียนได้พิสูจน์ยืนยันความรู้นั้น โดยการทดสอบนำความรู้ไปใช้เป็นพื้นฐานสำหรับเรียนเรื่องใหม่ได้ นำไปพยากรณ์ได้ เมื่อทำมาถึงขั้นนี้ก็แสดงว่าความรู้ได้มีการทดสอบถึงความถูกต้องอีกครั้งหนึ่ง และผู้เรียนก็มีความมั่นใจ จึงถือว่าเป็นการค้นพบความจริง

ขั้นตอนทั้งสามนี้เป็นเพียงหลักการทั่วไปในการเรียนรู้โดยกระบวนการสืบเสาะเท่านั้น ส่วนเทคนิคและวิธีการจะใช้ประกอบนั้นมีหลายอย่าง เช่น การใช้คำถาม การติชม การเสริมแรง เป็นต้น

คาริน และ ซันด์ (Carin and Sund, 1975, p. 98-99) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนในการสืบเสาะหาความรู้ว่าแบ่งออกเป็นขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์หรือปัญหา เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนในเชิงของปัญหาเพื่อกระตุ้นหรือท้าทายให้นักเรียนคิดและแก้ปัญหานั้น อาจจะกระทำได้หลายรูปแบบ เช่น การให้อภิปราย การซักถาม การเล่าเหตุการณ์ การใช้อุปกรณ์สร้างสถานการณ์หรือปัญหาที่น่าสงสัยแปลกใจ หรือปัญหาที่อยู่ใกล้ตัวจะช่วยสร้างความสนใจให้แก่นักเรียน และสามารถโยงไปสู่การออกแบบการทดลองที่ต้องการได้

2. การตั้งสมมติฐาน จะต้องอาศัยสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อเรื่องในขั้นแรกเป็นหลัก ใช้คำถามที่ต่อเนื่องสัมพันธ์กัน เพื่อนำไปสู่การคาดคะเนคำตอบที่อาจจะเป็นไปได้

3. การออกแบบการทดลอง ครูอาจจะใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การออกแบบการทดลองและระบุวิธีการในการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

4. การทดสอบสมมติฐาน กิจกรรมในขั้นนี้ ได้แก่ การทดลองและบันทึกผลที่ได้จากการทดลองโดยครูเป็นผู้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือเท่าที่จำเป็น

5. ข้อสรุปหรือกฎเกณฑ์ต่างๆ ครูอาจใช้คำถามโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการทดลองเพื่อนำไปสู่การสรุปหาคำตอบในการแก้ปัญหาและควรมีคำตอบที่สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, น.146-148) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการสืบเสาะหาความรู้ว่าแบ่งออกเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจ ครูอาจจะให้ศึกษาจากสื่อต่างๆ หรือกระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ก็ไม่ควรบังคับให้ผู้เรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจและผู้เรียนส่วนใหญ่ยอมรับประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น อาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้ประสบการณ์เดิมหรือความรู้จากแหล่งต่างๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

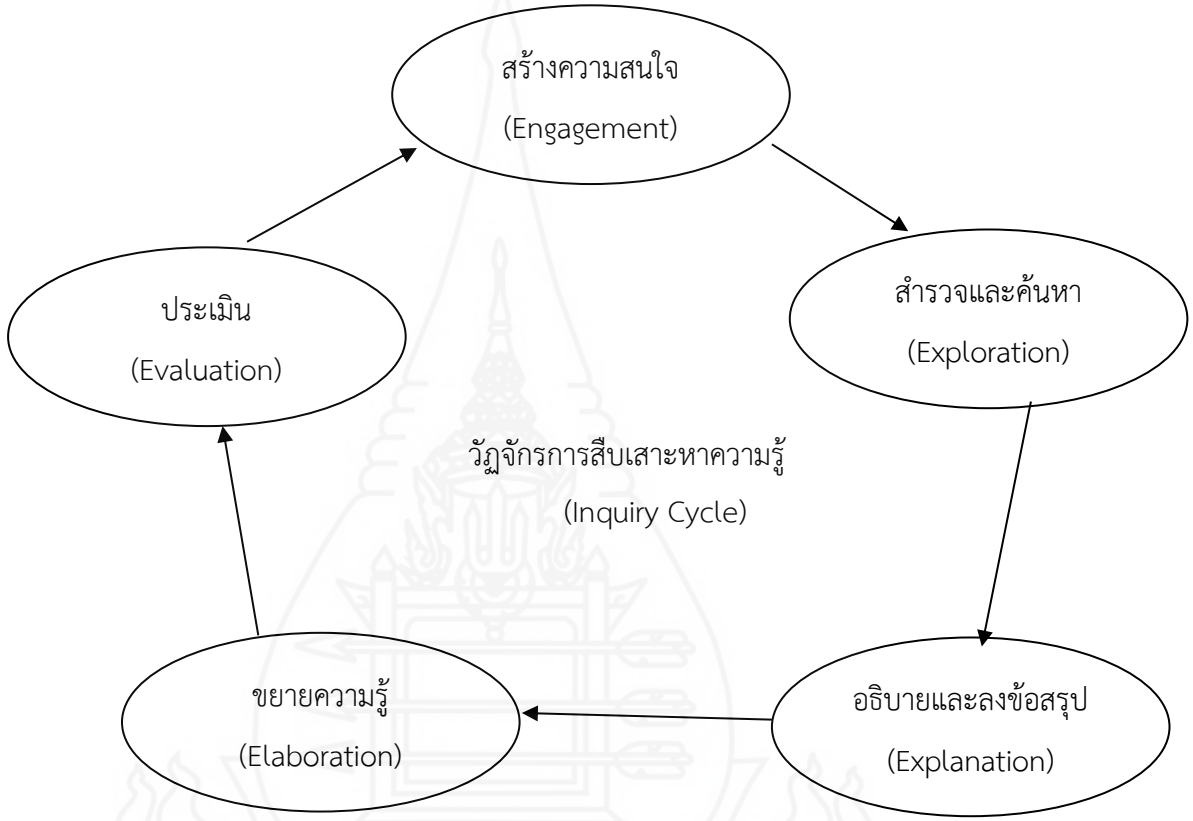
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็วางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปรผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปวาด สร้างตาราง การค้นพบในขั้นนี้อาจจะเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์ หรือเหตุการณ์อื่นๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่างๆ ได้มาก ก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการหลากหลายว่า นักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง และมากน้อยเพียงไร จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ

การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่นๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัด ซึ่งจะก่อให้เป็นประเด็นหรือคำถามหรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการต่อเนื่องกันไปเรื่อยๆ จึงเรียกว่า Inquiry Cycle กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จึงช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาหลักและหลักการ ทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติเพื่อให้ได้ความรู้ ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป ดังแสดงในภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546, น. 220.

กรมวิชาการ (2543, น. 117) ได้เสนอขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นขั้นตอน 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการให้สังกัปแนวหน้า คือ ขั้นที่ครูปูพื้นฐานความพร้อมในด้านความรู้ให้แก่ผู้เรียน

2. ขั้นสังเกต คือ ครูสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหา หรือเป็นการแสดงละครปริศนาเพื่อให้นักเรียนสังเกตสภาพการณ์หรือสิ่งแวดล้อมที่เป็นปัญหานั้น ๆ ขั้นนี้ครูส่งเสริมให้ผู้เรียนฝึกคิด

วิเคราะห์ ทำความเข้าใจ แปลความหมาย และจัดโครงสร้างความคิดในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพปัญหา และสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนเกิดความกระหายใคร่จะแสวงหาความจริง

2. ขั้นอธิบาย ขั้นนี้นักเรียนฝึกการตั้งทฤษฎี หรือสมมติฐานเพื่ออธิบายที่มาของสาเหตุของปัญหานั้น เป็นการฝึกวิเคราะห์ระบบจากผลไปหาเหตุ

3. ขั้นทำนาย ให้ผู้เรียนรู้จักหาแนวทางหรือวิธีที่จะพิสูจน์ ทำนายผลหรือพยากรณ์ได้ว่า ผลจะเป็นอย่างไร อะไรจะเกิด เป็นการทดสอบสมมติฐานหรือพิสูจน์ทฤษฎีที่ตั้งขึ้น

4. ขั้นควบคุมและสร้างสรรค์ เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนนำหลักการ กฎเกณฑ์ และวิธีแก้ปัญหามาใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมในสภาพการณ์ต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สรุปได้ว่า มีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้หลายรูปแบบ ในการวิจัยครั้งนี้ จะใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ซึ่งเป็นรูปแบบที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแนะนำให้ใช้ในการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้ ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายกลุ่ม หรือจากสถานการณ์ต่าง ๆ ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นการวางแผน กำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นการนำข้อมูล ข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองหรือรูปวาด สร้างตาราง ฯลฯ ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ และ ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นขั้นประเมินด้วยกระบวนการต่างๆ ว่า ผู้เรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไรและมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้นำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ

1.4 บทบาทผู้สอนและพฤติกรรมของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น

นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ และประจวบจิตร คำจัตุรัส (2555, น. 15-15 ถึง 15-17) ได้เสนอขั้นตอนสำคัญ บทบาทของผู้สอน และพฤติกรรมของผู้เรียนในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 บทบาทของผู้สอนและพฤติกรรมของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น

ขั้นตอนสำคัญ	บทบาทของผู้สอน	พฤติกรรมของผู้เรียน
1.การสร้างความสนใจ (Engage)	จัดกิจกรรม/สร้างสถานการณ์เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น กระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งคำถาม ลักษณะกิจกรรมที่ทำได้ คือ การทดลอง/นำเสนอข้อมูลที่น่าสงสัย/การสาธิต/การนำเสนอข่าว/สถานการณ์/เหตุการณ์ที่น่าสงสัย	ตั้งคำถาม/กำหนดประเด็นปัญหาที่จะศึกษา
2.การสำรวจและค้นหา(Explore)	อำนวยความสะดวก/ให้คำแนะนำส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ตั้งสมมติฐานและทำการทดลอง/สืบค้น และรวบรวมข้อมูลเพื่อสำรวจตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้	2.1 สำรวจข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 2.2 ตั้งสมมติฐาน 2.3 ทดลอง/สืบค้นข้อมูลด้วยวิธีต่าง ๆ เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน
3. การอธิบายและลงข้อสรุป (Explain)	ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำข้อมูลมาวิเคราะห์ แนะนำวิธีการจัดกระทำข้อมูลในรูปของตาราง กราฟ แผนภาพ ฯลฯ ใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงแนวโน้ม/แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล ตั้งคำถามนำทางให้ผู้เรียนได้สรุปผลและอภิปรายผลการทดลองอย่างมีเหตุผล กระตุ้นให้ผู้เรียนตรวจสอบความสอดคล้องของผลการทดลองกับสมมติฐาน	สร้างองค์ความรู้ใหม่ของตนเองโดยการอธิบายความคิดของตนเองพร้อมแสดงหลักฐานประกอบคำอธิบาย แสดงผลการตรวจสอบผลการทดลองว่าสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ขั้นตอนสำคัญ	บทบาทของผู้สอน	พฤติกรรมของผู้เรียน
4. การขยายความรู้ (Elaborate)	จัดสถานการณ์เพื่อกระตุ้นและอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบ/เพิ่มเติมความสมบูรณ์/ขยายกรอบความคิดของความรู้ที่สร้างขึ้นใหม่โดย' 1) ตั้งประเด็นให้ผู้เรียนอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับความรู้ใหม่ที่ผู้เรียนนำเสนอไว้ 2) ซักถามให้ผู้เรียนเกิดความชัดเจนหรือกระจ่างในความรู้/ข้อค้นพบที่ผู้เรียนนำเสนอไว้ 3) ตั้งคำถาม/ประเด็นให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้ใหม่ที่สร้างขึ้นกับความรู้เดิม	แสดงการตรวจสอบ/เพิ่มเติมความสมบูรณ์/ขยายกรอบความคิดของความรู้ที่สร้างขึ้นใหม่โดย 1) อธิบาย/แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับความรู้ใหม่ที่นำเสนอไว้ 2) ตอบคำถาม/ขยายความ/ให้ตัวอย่างเพิ่มเติมในเรื่องของความรู้/ข้อค้นพบที่ได้นำเสนอไว้ 3) แสดงการเชื่อมโยงความรู้ใหม่ที่สร้างขึ้นกับความรู้เดิมที่มีอยู่ด้วยวิธีการต่างๆ เช่น เสนอเป็นแบบจำลองหรือแผนผังความรู้ 4) นำเสนอวิธีการและข้อมูลที่ได้ทำการค้นคว้าเพิ่มเติมตามประเด็นที่สนใจ

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ขั้นตอนสำคัญ	บทบาทของผู้สอน	พฤติกรรมของผู้เรียน
4. การขยายความรู้ (Elaborate)	จัดสถานการณ์เพื่อกระตุ้นและอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบ/เพิ่มเติมความสมบูรณ์/ขยายกรอบความคิดของความรู้ที่สร้างขึ้นใหม่โดย' 1) ตั้งประเด็นให้ผู้เรียนอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับความรู้ใหม่ที่ผู้เรียนนำเสนอไว้ 2) ซักถามให้ผู้เรียนเกิดความชัดเจนหรือกระจ่างในความรู้/ข้อค้นพบที่ผู้เรียนนำเสนอไว้ 3) ตั้งคำถาม/ประเด็นให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้ใหม่ที่สร้างขึ้นกับความรู้เดิม	แสดงการตรวจสอบ/เพิ่มเติมความสมบูรณ์/ขยายกรอบความคิดของความรู้ที่สร้างขึ้นใหม่โดย 1)อธิบาย/แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับความรู้ใหม่ที่นำเสนอไว้ 2)ตอบคำถาม/ขยายความ/ให้ตัวอย่างเพิ่มเติมในเรื่องของความรู้/ข้อค้นพบที่ได้นำเสนอไว้ 3)แสดงการเชื่อมโยงความรู้ใหม่ที่สร้างขึ้นกับความรู้เดิมที่มีอยู่ด้วยวิธีการต่างๆ เช่น เสนอเป็นแบบจำลองหรือแผนผังความรู้ 4)นำเสนอวิธีการและข้อมูลที่ได้ทำการค้นคว้าเพิ่มเติมตามประเด็นที่สนใจ
5.การประเมินผล (Evaluate)	จัดสถานการณ์เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ประเมินจุดเด่น จุดด้อยในกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ของตนเองโดย 1)ให้ผู้เรียนตรวจสอบความรู้ของตนเองกับผู้เรียนคนอื่นๆ 2)ให้ผู้เรียนพูดถึงวิธีการเสาะแสวงหาความรู้ของตนเอง	แสดงการประเมินตรวจสอบประยุกต์ใช้ความรู้ที่สร้างขึ้นและเริ่มต้นความสนใจในการเสาะแสวงหาความรู้ดรื่องใหม่โดย 1) ตอบคำถามปลายเปิดโดยใช้การสังเกต หลักฐาน และคำอธิบาย 2) พูดอธิบายวิธีการเสาะแสวงหาความรู้ของตนเอง

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ขั้นตอนสำคัญ	บทบาทของผู้สอน	พฤติกรรมของผู้เรียน
	3)ให้ผู้เรียนนำความรู้หรือแบบจำลองหรือแผนผังความรู้ไปอธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่นๆ	3) แสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดหรือทักษะที่ได้เรียนรู้ 4)ประเมินความก้าวหน้าหรือความรู้ของตนเอง 5)ถามคำถามเกี่ยวข้องเพื่อส่งเสริมให้มีการสำรวจตรวจสอบต่อไป

สรุปได้ว่า ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ครูผู้สอนมีบทบาทในการจัดสถานการณ์ที่กระตุ้นให้นักเรียนเห็นปัญหา ตั้งคำถาม อำนวยความสะดวก ให้คำแนะนำให้ผู้เรียนตั้งสมมติฐาน ทำการทดลอง สืบค้น รวบรวมข้อมูล นำข้อมูลมาวิเคราะห์และจัดกระทำ ขยายกรอบความคิดของความรู้ใหม่ กระตุ้นให้ผู้เรียนประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และประเมินความก้าวหน้าในการเรียนรู้

1.7 ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ได้มีนักการศึกษากล่าวไว้ ดังนี้

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542, น. 156-157) ได้กล่าวถึงข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

1. นักเรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง จึงมีความอยากเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา

2. นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิดและฝึกการกระทำให้ได้เรียนรู้วิธีจัดระบบความคิดและวิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ความรู้คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ กล่าวคือ ทำให้สามารถจำได้นานและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้อีกด้วย

3. นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน

4. นักเรียนสามารถเรียนรู้มโนมติและหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น

5. นักเรียนจะเป็นผู้มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544, น. 60-61) ได้กล่าวถึงข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. เป็นการพัฒนาศักยภาพด้านสติปัญญา ทำให้ฉลาดขึ้น เป็นนักริเริ่ม สร้างสรรค์ และนักจัดระเบียบ

2. การค้นพบด้วยตนเองทำให้เกิดแรงจูงใจภายในมากกว่าการเรียนแบบท่องจำ

3. ฝึกให้นักเรียนรู้วิธีค้นหาความรู้ แก้ปัญหาด้วยตนเอง

4. ช่วยให้จดจำความรู้ได้นานและสามารถถ่ายโยงความรู้ได้

สรุป ข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดและปฏิบัติได้ด้วยตนเอง ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและจดจำ ประกอบกับการเรียนรู้ตามสภาพจริง รู้จักค้นหาและแก้ปัญหาด้วยตนเอง มีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์และสามารถนำความรู้และกระบวนการคิดไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

2. การพัฒนาสมองสองซีก

2.1 หน้าที่และการทำงานของสมองสองซีก

ปัญจนาฏ วรวัฒนชัย (2559, น. 1) กล่าวว่า การศึกษาเกี่ยวกับสมองสองซีกของมนุษย์เริ่มขึ้นในปี ค.ศ. 1960 โดยโรเจอร์ สเพอร์รี (Roger Sperry) ผู้เชี่ยวชาญด้านประสาทวิทยา (Neurobiologist) จากสถาบันเทคโนโลยีแห่งแคลิฟอร์เนีย เขาได้ศึกษาระบบและโครงสร้างการทำงานของสมองโดยทำการทดลองกับคนไข้ที่แกนเชื่อมสมองสองซีก คือ คอร์ปัส แคลโลซัม (Corpus Callosum) ได้รับบาดเจ็บหลังการผ่าตัด ปรากฏว่า สมองทั้งสองซีกเรียนรู้และแยกจากกัน ทำให้เขาค้นพบความแตกต่างในการทำงานระหว่างสมองซีกซ้าย (Left hemisphere) และสมองซีกขวา (Right hemisphere) ซึ่งสมองสองซีกจะทำงานกลับข้างกัน กล่าวคือ สมองซีกซ้ายสั่งการเคลื่อนไหวของร่างกายทางด้านขวา และสมองซีกขวาสั่งการเคลื่อนไหวของร่างกายทางด้านซ้าย และเขาได้รับรางวัลโนเบลในปี ค.ศ. 1981 (Theodore, 1997, p. 323-324)

ขณะที่มนุษย์กำลังคิด สมองทั้งสองซีกทำงานร่วมกันแต่จะแสดงลักษณะเด่นออกมาแตกต่างกันตามความถนัดของแต่ละคน ซึ่งหน้าที่ของสมองทั้งสองซีกมีรายละเอียด ดังนี้ (Elkhonon et al., 1994, pp. 371-374; พัชรีวัลย์ เกตุแก่นจันทร์, 2544, น. 23-27)

2.1.1 หน้าที่ของสมองซีกซ้าย

สมองซีกซ้าย (Left hemisphere) หรือ สมองแห่งเหตุผล (Rational Brain) จะทำหน้าที่ควบคุมการคิดหาเหตุผล การแสดงออกเชิงนามธรรมที่เน้นรายละเอียด เช่น การนับจำนวนเลข การบอกเวลา และการเรียบเรียงถ้อยคำที่เหมาะสม เป็นต้น เพื่อวิเคราะห์แปลความหมายข้อมูล จัดระบบแต่ละขั้นตอนอย่างมีเหตุผลและสร้างข้อสรุปจากข้อมูลที่เป็นสัญลักษณ์ทางภาษาคณิตศาสตร์ รวมถึงการเก็บความจำในรูปของภาษา ด้วยเหตุนี้ผู้ที่ถนัดสมองซีกซ้ายจะเป็นผู้ชอบใช้เหตุผล ชอบเรียนรู้จากส่วนย่อยไปหาส่วนใหญ่ เป็นนักวางแผน เป็นคนชอบวิเคราะห์และมักทำอะไรทีละอย่างเป็นขั้นตอนอย่างละเอียด สามารถแสดงความรู้สึกของตนได้อย่างชัดเจน กล่าวได้ว่า สมองซีกซ้ายมีหน้าที่ในการใช้ภาษา การคิดเชิงตรรกะ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ตัวเลข และความมีเหตุผล

2.1.2 หน้าที่ของสมองซีกขวา

สมองซีกขวา (Right hemisphere) หรือสมองแห่งสหัชญาณ (Intuitive brain) จะทำหน้าที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ การจินตนาการ การสังเคราะห์ ความซาบซึ้งในดนตรีและศิลปะ ความสามารถในการหยั่งหามิติต่างๆ และการใช้ประโยชน์จากรูปแบบและรูปทรงเรขาคณิต กล่าวได้ว่า สมองซีกขวาจะมีหน้าที่เกี่ยวข้องกับจิตใจและความรู้สึกของมนุษย์ เช่น ความตระหนักรู้ในตน ความเห็นใจผู้อื่น ความน่าเชื่อถือ อารมณ์ การสื่อสารไม่ใช้จิตสำนึก ความน่าดึงดูด และการแสดงอารมณ์ออกทางสีหน้า

กล่าวโดยสรุป หน้าที่ของสมองทั้งสองซีกจะแตกต่างกัน โดยสมองซีกซ้ายทำหน้าที่การคิดด้านตรรกะ การวิเคราะห์ การจัดเรียงลำดับ การใช้ภาษาพูด การปฏิบัติงานทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ การใช้เหตุผล และการใช้หลักความจริง ส่วนสมองซีกขวาทำหน้าที่การคิดสร้างสรรค์ ความสุนทรียภาพ และการใช้สหัชญาณในการหยั่งรู้

2.1.3 การเชื่อมโยงการทำงานของสมองสองซีก

จากการศึกษาการทำงานของสมองสองซีก พบว่า สมองซีกขวาสามารถเชื่อมโยงประสบการณ์จากหลายๆ ประสบการณ์มาวิเคราะห์ร่วมกันเป็นองค์ความรู้ใหม่ได้ และสร้างเครือข่ายใยประสาทเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลไปได้ทั่วสมอง โดยเซลล์ประสาทเพียงหนึ่งเซลล์ในสมองซีกขวาสามารถสร้างเส้นใยประสาทออกจากตัวเพื่อเชื่อมไปยังเซลล์ประสาทอื่นรอบข้างได้มากถึง 20,000 เซลล์ และแต่ละเซลล์ยังสามารถส่งแขนงไปเชื่อมต่อเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลกับเซลล์อื่นๆได้อีก จึงทำให้ร่างแหใยประสาททั้งหมดจะยิ่งใหญ่มากและข้อมูลที่เข้ามาใช้ประมวลผลจึงมากมายมหาศาล ในขณะที่เซลล์ประสาทของสมองซีกซ้ายจะไม่ค่อยยอมเชื่อมโยงกับเซลล์อื่นที่มีหลักทางตรรกะต่างกัน โดยเซลล์ประสาทในสมองซีกซ้ายบางตัวเชื่อมโยงกับเซลล์สมองอื่นๆเพียง 1,000 เซลล์ ดังนั้นการคิดของสมองซีกซ้ายจะอยู่ในขอบเขตของตรรกะเหตุผล ไม่ค่อยคิดนอกกรอบและความคิดสร้างสรรค์มัก

ไม่เกิดขึ้นในสมองส่วนนี้เพราะเซลล์สมองแต่ละเซลล์แลกเปลี่ยนข้อมูลซึ่งกันและกันน้อยเกินไป (สม สุจีรา, 2552, น. 5-6) ด้วยเหตุนี้การใช้สมองเพียงซีกเดียวจะส่งผลต่อความรู้ความสามารถที่ไม่เกิดประโยชน์ เช่น บุคคลใดใช้สมองซีกซ้ายเพียงอย่างเดียวจะมีความบกพร่องในเรื่องของการเข้าสังคม การใช้ชีวิตในสังคมมักอยู่ร่วมกับผู้อื่นไม่ค่อยได้ มีความเป็นส่วนตัวสูง แต่ถ้าบุคคลใดใช้สมองซีกขวาเพียงซีกเดียวจะเป็นบุคคลที่ใช้อารมณ์มากกว่าเหตุผล ขาดความรู้ความสามารถทางการวิเคราะห์ การจดจำ และมีโอกาสตัดสินใจผิดพลาดมากกว่าบุคคลที่ใช้สมองซีกซ้าย หากบุคคลใดมีการใช้สมองทั้งสองซีกจะส่งผลดีต่อการดำเนินชีวิตทำให้การใช้ชีวิตอยู่ร่วมกันในสังคมไม่มีปัญหา ดังนั้น ทุกกิจกรรมทางการคิดของมนุษย์เกิดจากสมองทั้งสองซีกจะคิดสลับกันไปมาระหว่างสมองซีกซ้ายกับสมองซีกขวา บางกิจกรรมจะเน้นหนักที่ซีกใดซีกหนึ่งตามความถนัด (Hellige, 1990 อ้างถึงใน เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2545, น. 12)

การทำงานของสมองทั้งสองซีกจะทำงานร่วมกัน มีการเชื่อมต่อสัมพันธ์กัน เพียงแต่จะมีรูปแบบการประมวลผลต่างกัน นักวิจัยพบว่า บุคคลจะใช้สมองส่วนใดขึ้นกับกิจกรรมที่บุคคลนั้นทำด้วย เพราะว่าบางคนนั้นมีทักษะความสามารถที่บ่งบอกได้ว่าใช้สมองด้านหนึ่งมากกว่าอีกด้านหนึ่ง อย่างไรก็ตาม ทักษะกระบวนการคิดโดยส่วนใหญ่แล้วจำเป็นต้องใช้การทำงานของสมองทั้งสองซีกประสานกัน ยิ่งกว่านั้นความสำคัญที่จะทำให้เกิดประสิทธิภาพขึ้นอยู่กับความกลมกลืนของการประสานกันของสมองทั้งสองซีก (รุจิรัตน์ บัวลา, 2546, น. 27-28) การที่บุคคลสามารถใช้สมองทั้งสองซีกทำงานได้อย่างทัดเทียมกันจะทำให้บุคคลนั้นสามารถคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และแก้ปัญหาได้ดีกว่าบุคคลที่ถนัดใช้สมองซีกใดซีกหนึ่งในการทำงาน

การเชื่อมโยงการทำงานของสมองสองซีก จะเห็นได้ว่า สมองทั้งสองซีกส่งผลต่อการคิดของมนุษย์ ช่วยให้สามารถคิดค้นแก้ปัญหาต่างๆ ค้นพบแนวทางวิทยาศาสตร์ และสร้างสรรค์ศิลปะที่ยิ่งใหญ่ ซึ่งเกิดจากการทำงานของสมองซีกขวาทำงานเชื่อมโยงกับสมองซีกซ้าย หากใช้สมองเพียงด้านเดียวจะทำให้ความคิดนั้นไม่สมบูรณ์ เช่น การทำหน้าที่ความคิดสร้างสรรค์ของสมองซีกขวาจะสามารถแสดงออกถ่ายทอดให้ผู้อื่นทราบได้ต้องเกิดจากการรวบรวม วิเคราะห์ และเรียบเรียงถ้อยคำของสมองซีกซ้ายเท่านั้น (ปัญจนาฏ วรวัฒนชัย, 2559, น. 6)

ทอแรนซ์ (Torrance McCarthy, 1980 อ้างถึงใน วัชรา เล่าเรียนดี 2548: 62) ได้นำเสนอลักษณะและความถนัดของสมองซีกซ้ายและซีกขวา สรุปได้ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ลักษณะและความถนัดของสมองซีกซ้ายและขวา

สมองซีกซ้าย (Left Model)	สมองซีกขวา (Right Model)
♦ สติปัญญาและการคิด	♦ การหยั่งรู้หรือคิดพิจารณาด้วยตัวเอง
♦ จำชื่อ	♦ จำหน้า
♦ ตอบสนองต่อการบรรยายและการอธิบาย	♦ ตอบสนองการสาธิตและการแสดงสัญลักษณ์
♦ ทดลองอย่างเป็นระเบียบ มีการควบคุม	♦ เลือกทดลองและไม่มีข้อจำกัด
♦ ชอบแก้ปัญหาทีละส่วน ดำเนินการตามลำดับ ด้วยหลักการและเหตุผล	♦ ชอบแก้ปัญหาโดยมองปัญหาเป็นแบบรวม ใช้จิตสำนึกหรือความเชื่อส่วนตัวในการแก้ปัญหา
♦ ตัดสินด้วยหลักการ มีเกณฑ์ในการตัดสิน ใช้เกณฑ์จากภายนอกมาประกอบ	♦ ตัดสินด้วยตัวเอง ใช้เกณฑ์จากความรู้สึกและมองที่ความคล้ายคลึงกัน
♦ ทำงานด้วยการวางแผนล่วงหน้า มีโครงสร้างงานที่แน่นอน	♦ วางแผนตามความสะดวก
♦ ชอบข้อมูลสำเร็จและข้อมูลที่แน่นอน	♦ ชอบข้อมูลที่หลากหลาย ไม่คงที่แน่นอน
♦ เป็นนักอ่านเชิงวิเคราะห์	♦ เป็นนักอ่านเชิงสังเคราะห์
♦ คิดและจำภาษา	♦ คิดและจำภาพ
♦ ชอบพูดและชอบเขียน	♦ ชอบวาดภาพและจัดการกับสิ่งต่างๆ
♦ ชอบทำข้อสอบและเลือกตอบ	♦ ชอบทำข้อสอบแบบคำถามปลายเปิด เขียนตอบอย่างอิสระ
♦ ชอบทำงานและชอบศึกษาสิ่งที่มีการวางแผนเป็นอย่างดี	♦ ชอบทำงานและศึกษาโดยอิสระตามใจชอบ
♦ ชอบโครงสร้างการบริหารงานโดยการใช้อำนาจตามลำดับตำแหน่ง	♦ ชอบโครงสร้างการบริหารงานแบบมีส่วนร่วม
♦ ควบคุมอารมณ์และความรู้สึก	♦ แสดงความรู้สึกอย่างมีอิสระ
♦ ตอบสนองได้ดีต่อสิ่งเร้าที่ต้องใช้การฟังและการใช้สายตา	♦ ตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่เป็นการให้แสดงออกและปฏิบัติจริง
♦ ไม่คล่องแคล่วในการใช้ภาษาท่าทาง	♦ ใช้ภาษาท่าทางได้อย่างคล่องแคล่ว
♦ ตอบสนองต่อสิ่งที่เป็นระเบียบ	♦ แสดงออกได้ด้วยตัวเองทุกสภาพแวดล้อม
♦ ใช้การเปรียบเทียบกับอุปมาอุปมัยน้อยครั้ง	♦ ใช้การเปรียบเทียบอุปมาอุปมัยบ่อยๆ
♦ ชอบแก้ปัญหาโดยใช้หลักการ เหตุผลเชิงตรรกวิทยา	♦ ชอบแก้ปัญหาหยั่งรู้และสัญชาติญาณ
♦ ชอบงานวิจัยที่มีตัวแปรน้อย	♦ ชอบงานวิจัยที่มีตัวแปรหลายตัว

ที่มา : วัชรา เล่าเรียนดี, *เทคนิคและยุทธวิธีพัฒนาทักษะการคิด การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ* (นครปฐม :คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2548), 62.

นอกจากนี้ เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2544, น.101); สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545, น. 12), กัลยา สุวรรณแสง (2540, น. 108), นิคม ปิยมโนชา (2547, น. 1) ได้กล่าวว่า กระบวนการทำงานของสมอง แบ่งออกเป็น 2 ซีก แต่ละซีกทำหน้าที่ควบคุมการคิดในลักษณะที่แตกต่างกัน สมองซีกซ้ายควบคุมการคิดที่เป็นเรื่องของตรรกะ การวิเคราะห์ เปรียบเทียบด้วยเหตุผล การคิดคำนวณในเชิงลึก เชิงระบบเป็นสำคัญ ส่วนสมองซีกขวาควบคุมการคิดสร้างสรรค์ คิดในแง่มุมต่างๆ ควบคุมอารมณ์ จิตใจ รวมถึงญาณหยั่งรู้ต่างๆ ถือเป็นการคิดในมุมกว้าง นิคม ปิยโนชา(2547, น. 22) ได้สรุปลักษณะการทำงานของสมองสองซีก ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ลักษณะการทำงานของสมองสองซีก

การทำงานของสมองซีกซ้าย	การทำงานของสมองซีกขวา
- ลายมือ	- ประสาทสัมผัส
- สัญลักษณ์	- มิติสัมพันธ์
- ภาษา	- รูปทรงและรูปแบบ
- การอ่าน	- ความไวต่อสี
- การออกเสียง	- การขับร้องและดนตรี
-การมองเห็นรายละเอียด และข้อเท็จจริง	- การถ่ายทอดทางศิลปะ
-การวิเคราะห์	- การสร้างสรรค์
- การพูดและการท่องจำปากเปล่า	- การหลับตาแล้วมองเห็นภาพ
- การทำตามคำสั่ง	ความสามารถทางสร้างจินตภาพ
- การฟัง (และรับรู้)	- ความรู้สึกและอารมณ์
- การรับรู้และการเชื่อมโยงสัมพันธ์ทางโสตประสาท	- การสังเคราะห์

2.2 การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาสมองสองซีก

การจัดการเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญกับการพัฒนาสมองสองซีก ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของ 4 MAT ซึ่ง ทิศนา แขมมณี (2557, น.264) ได้กล่าวว่า เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยมุ่งส่งเสริมความถนัดของผู้เรียนและส่งเสริมการใช้สมองสองซีกอย่างสมดุลกัน อันจะส่งผลให้การเรียนรู้เกิดประสิทธิภาพ และให้ผู้เรียนได้เกิดการพัฒนาอย่างเต็มศักยภาพ

ธัญมา หลายพัฒน์ (2550, น. 22) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT เป็นวิธีการสอนที่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลในการเรียนรู้ โดยแบ่งผู้เรียนออกเป็น 4 แบบ ครูและนักเรียนจะดำเนินกิจกรรมร่วมกันจนครบ 8 ขั้นตอนของกิจกรรมที่เน้นการใช้สมองสองซีกอย่างสมดุล มีการจัดกิจกรรมอย่างหลากหลายและยืดหยุ่นเหมาะสมกับนักเรียนทุกแบบ ทำให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีความสุข โดยได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง มีการคิดวิเคราะห์ ได้ลงมือปฏิบัติ ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง

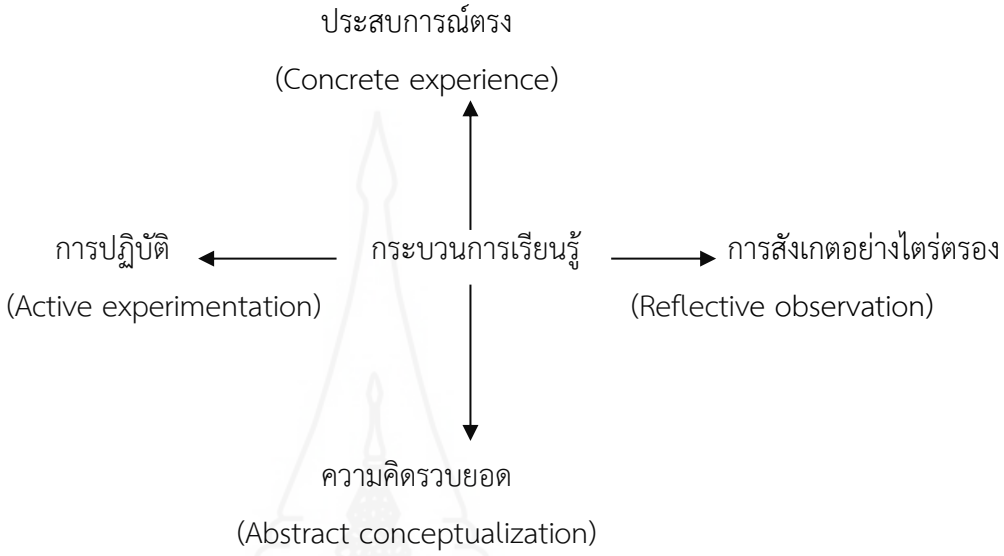
อุษณีย์ โพธิ์สุข (2537, น. 61) กล่าวว่า เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ตอบสนองการเรียนรู้ผู้เรียน 4 แบบ (4 Types of students) ซึ่งลักษณะการเรียนรู้ของเด็กๆ มีความสัมพันธ์โดยตรงกับโครงสร้างทางสมองและระบบการทำงานของสมองซีกซ้ายและซีกขวา

เธียร พานิช (2544, น. 31) กล่าวว่า การเรียนตามแบบ 4 MAT ผู้เรียนแต่ละแบบต้องใช้สมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวาสลับกันไป ดังนั้น กระบวนการทั้งหมดของ 4 MAT เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่สามารถแบ่งออกเป็นสองประเภท คือ กิจกรรมที่เน้นรายละเอียด ซึ่งใช้เป็นอักษร “L”แทน และกิจกรรมประเภทสร้างสรรค์ แทนอักษร “R” เป็นการจัดกิจกรรมที่หลากหลายให้สอดคล้องกับการทำงานของสมอง ทำให้ผู้เรียนเกิดความท้าทาย ไม่คิดว่าเป็นการเรียนที่น่าเบื่อ แต่จะเรียนด้วยความสนุกสนานและเพลิดเพลิน ต่อเนื่องเป็นเวลานาน เนื่องจากเป็นกระบวนการที่สอดคล้องกับการทำงานของสมอง เป็นการเรียนรู้โดยธรรมชาติ ส่งผลให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถเต็มตามศักยภาพของตนเอง

ที่มาของการจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับธรรมชาติการเรียนรู้ของผู้เรียน (4MAT) เธียร พานิช (2544) ได้กล่าวไว้ว่า

เดวิด คอล์บ (David Kolb, 1976) เชื่อว่า การเรียนรู้ประกอบด้วยสองมิติ คือ การรับรู้ (perception) และกระบวนการ (processing) นั่นคือ การเรียนรู้เกิดจากการที่คนเรารับรู้แล้วนำข้อมูลข่าวสารนั้นไปจัดกระบวนการเสียใหม่ตามความถนัดของตนเอง การรับรู้เกิดได้ 2 วิธี คือ จากประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม(concrete experience) และจากความคิดรวบยอดที่เป็นนามธรรม (abstract conceptualization) ซึ่งจะแทนด้วยแกนตั้ง กระบวนการเรียนรู้ เกิดได้ 2 วิธี คือ จาก

การปฏิบัติจริง (active experimentation) และจากการเฝ้าสังเกต (reflective observation) ซึ่งจะแทนด้วยแกนนอน แกนการรับรู้และแกนกระบวนการทั้งสองตัดกันทำให้เกิดพื้นที่ 4 ส่วน



ภาพที่ 2.2 รูปแบบการเรียนรู้ของ David Kolb

ที่มา: อุษณีย์ โพธิสุข (2537, น. 60)

ในปี ค.ศ. 1980 เบอร์นิส แมคคาร์ธี (Bernice McCarthy อ้างถึงใน เธียร พานิช (2544) ได้ประยุกต์แนวคิดดังกล่าวของเดวิด คอล์บ โดยกำหนดให้พื้นที่ทั้ง 4 ส่วน ที่เกิดจากการตัดของแกนการรับรู้กับแกนกระบวนการ แทนผู้เรียน 4 แบบ ซึ่งสัมพันธ์โดยตรงกับธรรมชาติการเรียนรู้ของมนุษย์และระบบการทำงานของสมองซีกซ้ายและซีกขวา ลักษณะการเรียนรู้ 4 แบบที่แบ่งรูปแบบการเรียนรู้ตามความแตกต่างของการเรียนรู้เป็น 4 ส่วนตามจุดตัดกันของแกนรับรู้และแกนของกระบวนการ โดยให้พื้นที่ 4 ส่วนที่เกิดจากตัดกันของแกนการรับรู้และแกนกระบวนการแทนลักษณะการเรียนรู้ของนักเรียน 4 ประเภท โดยคำนึงถึงความคิดเกี่ยวกับระบบการทำงานของสมองซีกซ้ายและสมองซีกขวากับธรรมชาติของการเรียนรู้

ผู้เรียนแบบที่หนึ่ง Active Experimentation จะเรียนรู้ได้ดีและเข้าใจได้อย่างแจ่มแจ้งก็ต่อเมื่อเขาได้ลงมือกระทำ มือไม้แขนขาได้สัมผัสและเรียนรู้ควบคู่ไปกับสมองทั้งสองด้านสั่งการเรียกว่า เป็นการเรียนรู้ทั้งเนื้อทั้งตัวที่ต้องผ่านประสาทสัมผัสอื่น ๆ ประกอบกัน

ผู้เรียนแบบที่สอง Reflective Observation เป็นการเรียนรู้โดยการผ่านจิตสำนึกจากการเฝ้ามองแล้วค่อยๆ ตอบสนอง

ผู้เรียนแบบที่สาม (Abstract Conceptualization) จะเรียนรู้โดยใช้สัญญาณหยั่งรู้ มองเห็นสิ่งต่างๆ เป็นรูปธรรมแล้ววิเคราะห์ สังเคราะห์จากการรับรู้ที่ได้มาเป็นองค์ความรู้

ผู้เรียนแบบที่สี่ (Concrete Experience) จะเรียนรู้ได้ดีต่อเมื่อผ่านการวิเคราะห์ประเมินสิ่งต่างๆ โดยเอาตัวเองเข้าไปพิสูจน์หรือโดยการใช้หลักเกณฑ์แห่งเหตุผล

อีกมุมหนึ่งคือ การแบ่งลักษณะการเรียนรู้เป็น 2 กลุ่มที่แตกต่างกัน กลุ่มแรกเรียนรู้โดยใช้ญาณหยั่งรู้ มองเห็นสิ่งต่างๆ เป็นรูปธรรมแล้ววิเคราะห์ สังเคราะห์จากการรับรู้ที่ได้มาเป็นองค์ความรู้ แต่อีกมุมหนึ่งเรียนรู้ได้ดีต่อเมื่อมีการวิเคราะห์ ประเมินสิ่งต่าง ๆ โดยการเอาตัวเองเข้าไปพิสูจน์หรือโดยการใช้หลักเกณฑ์แห่งแหตุผล

ทั้ง 4 กลุ่ม 2 แนวความคิดต่างมีจุดดีจุดเด่นคนละแบบ ซึ่งเป็นโครงสร้างของกลไกทางการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีอยู่จริงทุกชั้นทุกโรงเรียนทั่วโลก ดังนั้น หน้าที่ของผู้ที่เป็นครูย่อมต้องพยายามหาหนทางที่จะทำให้เกิดสภาวะสมดุลทางการเรียนรู้ให้ได้

สภาวะสมดุล คือ การสรรค์สร้างโอกาสให้ผู้เรียนที่มีความแตกต่างกันทั้งโครงสร้างทางสติปัญญา กลไกทางการเรียนรู้ หรือการทำงานของสมองแตกต่างกัน ให้มีโอกาสแสดงออกซึ่งความสามารถของตนออกมา พร้อมทั้งรู้จักและสามารถนำวิธีการของเพื่อนคนอื่นมาปรับปรุงลักษณะการเรียนรู้ของตนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนให้ดีขึ้น

การจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT มีกระบวนการเรียนรู้แบ่งออกเป็น 8 ขั้นตอน (เธียร พานิช, 2542, น. 26-31) ดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างประสบการณ์ (สมองซีกขวา)

ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ประสบการณ์ (สมองซีกซ้าย)

ขั้นที่ 3 ปรับมวลประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด (สมองซีกขวา)

ขั้นที่ 4 พัฒนาเป็นทฤษฎีและความคิดรวบยอด (สมองซีกซ้าย)

ขั้นที่ 5 ทำตามหลักการ (สมองซีกซ้าย)

ขั้นที่ 6 ต่อเติมเสริมแต่ง (สมองซีกขวา)

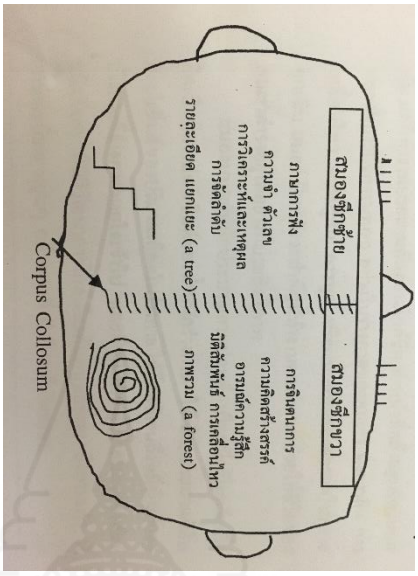
ขั้นที่ 7 หาทางนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ (สมองซีกซ้าย)

ขั้นที่ 8 ลงมือปฏิบัติทำงานให้สำเร็จและแลกเปลี่ยนความรู้ (สมองซีกขวา)

โดยมีกรอบแนวคิดการทำงานของสมองสองซีกดังภาพที่ 2.3

ผังการทำงานของสมองซีกซ้ายและซีกขวา

(Left Brain/Right Brain Theory)



ภาพที่ **2.3** ผังการทำงานของสมองซีกซ้ายและซีกขวา

ที่มา: เธียร พานิช (2544, น. 20)

2.3 กิจกรรมที่ใช้ในการพัฒนาสมองสองซีก

จากการวิเคราะห์กิจกรรมสมองซีกซ้ายและซีกขวาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT จากตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 12 แผน ใน เอกสาร 4MAT:การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับธรรมชาติการเรียนรู้ของผู้เรียน โดย เธียร พานิช (2544) ได้รายการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้สมองซีกซ้ายและสมองซีกขวาดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 กิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาสมองสองซีก

กิจกรรมการเรียนการสอน	
สมองซีกซ้าย	สมองซีกขวา
- กิจกรรมรวมกลุ่มระดมสมอง - ออกแบบการทดลอง - กิจกรรม “สรุปส่วนสำคัญ” - เขียนแผนผังความคิดสรุป - คำถามจากเรื่องที่ศึกษา - เผยแพร่ความรู้ ความเข้าใจ - นำเสนอผลงาน อภิปรายขั้นตอนการทำงานแก้ไขจากความรู้ - ศึกษาวิดีทัศน์ - ตอบคำถามจากใบงาน - คำถามกระตุ้นความคิด - สร้างแบบจำลอง - นำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน - หาข้อมูลเพิ่มเติม - ศึกษาแหล่งเรียนรู้ - เขียนบรรยาย	- ยกตัวอย่างสถานการณ์ - วาดภาพระบายสี - ยกตัวอย่างภาพสถานการณ์ ระบายสี และตอบคำถาม - ระดมความคิด ความคิดสร้างสรรค์ผลงาน - นำผลงานไปจัดแสดง เช่น ป้ายนิเทศ จัดนิทรรศการ - แบ่งกลุ่มสำรวจ - จัดทำสมุดภาพ - ทบทวนความรู้เดิม - เล่นเกม

จากผลการวิเคราะห์ลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสมองสองซีกดังกล่าว ผู้วิจัยจะนำไปใช้ในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สำหรับการวิจัยครั้งนี้

3. การคิดวิเคราะห์

3.1 ความหมายของการคิดวิเคราะห์

พจนานุกรมฉบับเฉลิมพระเกียรติ (2546, น.492) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ เป็นการคิดพิจารณา ตรึกตรอง ใคร่ครวญ อย่างละเอียด รอบคอบ ในเรื่องราวต่างๆ อย่างมีเหตุผลโดยหาส่วนดี ส่วนบกพร่อง หรือจุดเด่น จุดด้อยของเรื่องนั้นๆ แล้วเสนอแนะสิ่งที่ดี ที่เหมาะสมนั้นอย่างยุติธรรม

บลูม (Bloom, 1956 อ้างถึงใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, น. 41-44) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์เป็นความสามารถในการแยกแยะเพื่อหาส่วนย่อยของเหตุการณ์ เรื่องราวหรือเนื้อหาต่างๆ เพื่อพิจารณาส่วนประกอบ ความสำคัญ เหตุผล และหลักการ

กูด (Good, 1973, p.680) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์เป็นการคิดอย่างรอบคอบ มีหลักฐานอ้างอิงเพื่อหาข้อสรุปที่น่าจะเป็นไปได้ พิจารณาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องทั้งหมด และใช้กระบวนการทางตรรกวิทยาได้อย่างถูกต้องสมเหตุสมผล

นอกจากนั้น ทิศนา แขมมณี (2540, น. 39); สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545, น. 9); เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546, น.25) และวัชรา เล่าเรียนดี (2547, น.57) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์เป็นความสามารถในการสืบค้นข้อเท็จจริงเพื่อหาคำตอบ โดยการตีความ การจำแนกแยกแยะ ทำความเข้าใจกับองค์ประกอบของสิ่งนั้นและองค์ประกอบอื่นๆ ที่สัมพันธ์กันโดยใช้เกณฑ์การจัดข้อมูลออกเป็นหมวดหมู่ อธิบายเหตุผลประกอบ ระบุความคิดรวบยอด ระบุปัญหา ระบุความเชื่อมโยง เพื่อนำมาเป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจและประเมินผลเพื่อสรุปอย่างเหมาะสม

สรุปความหมายของการคิดวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการสืบค้นข้อเท็จจริง พิจารณาแยกแยะส่วนย่อยๆ ของเหตุการณ์ หรือเรื่องราว นำมาจัดกลุ่มข้อมูลหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบของข้อมูลเหล่านี้ เพื่อค้นหาคำตอบที่สามารถสรุปได้อย่างแท้จริงและสมเหตุสมผล

3.2 การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

นักการศึกษาได้กำหนดพฤติกรรมเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์เพื่อใช้เป็นกรอบแนวคิดในการสร้างเครื่องมือวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ไว้ดังนี้

บลูม (Bloom, 1956 อ้างถึงใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2539, น.149-154) กล่าวว่า การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์เป็นการวัดความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อยๆ ของเหตุการณ์ เรื่องราว หรือเนื้อหาต่างๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีจุดมุ่งหมายหรือประสงค์สิ่งใด นอกจากนั้นยังมีส่วนย่อยๆ ที่สำคัญนั้นแต่ละเหตุการณ์เกี่ยวพันกันอย่างไรบ้าง และเกี่ยวพัน

โดยอาศัยหลักการใด จะเห็นว่าสมรรถภาพของการคิดวิเคราะห์จะเต็มไปด้วยการหาเหตุและผลมาเกี่ยวข้องกันเสมอ การวิเคราะห์จึงต้องอาศัยพฤติกรรมด้านการจำ ความเข้าใจ และด้านการนำไปใช้มาประกอบพิจารณา การวัดความสามารถในการคิดวิเคราห์แบ่งแยกย่อยเป็น 3 ประเภท คือ

1. การวิเคราะห์ความสำคัญ (analysis of element) เป็นการวิเคราะห์ว่าสิ่งที่อยู่นั้นอะไรสำคัญหรือจำเป็น หรือมีบทบาทที่สุด ตัวไหนเป็นเหตุ ตัวไหนเป็นผล เหตุผลใดถูกต้องเหมาะสมที่สุด ตัวอย่างคำถาม เช่น สิ่งใดที่ขาดเสียมิได้ สอนแบบใดเด็กจึงอยากเรียนมากกว่าวิธีสอนอื่นๆ

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (analysis of relationships) เป็นความสามารถในการค้นหาว่า ความสำคัญย่อยๆ ของเรื่องราวหรือเหตุการณ์นั้นต่างติดต่อเกี่ยวพันกันอย่างไร สอดคล้องหรือขัดแย้งกันอย่างไร การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ อาจจะถามความสัมพันธ์ของเนื้อเรื่องกับเหตุ เนื้อเรื่องกับผล ตัวอย่างคำถาม เช่น เพราะเหตุใดรุ้งจึงโค้งตามแนวโค้งของโลก เหตุใดคนตกใจมากจึงมักเป็นลม

3. การวิเคราะห์หลักการ (analysis of organizational principle) เป็นความสามารถที่จะจับเค้าเงื่อนของเรื่องราวนั้นว่ายึดหลักการใด เทคนิคการเขียนอย่างไร จึงชวนให้คนอ่านมีมโนภาพ หรือยึดหลักปรัชญาใด อาศัยหลักการใดเป็นสื่อสารสัมพันธ์เพื่อให้เกิดความเข้าใจ คำถามวิเคราะห์ หลักการมักจะมีคำลงท้ายว่า ยึดหลักการใด มีหลักการใดอยู่เสมอ ตัวอย่าง คำถามประเภทวิเคราะห์หลักการ เช่น รถยนต์วิ่งได้โดยอาศัยหลักการใด

สมนึก ภัททิยธนี (2546, น. 144-147) กล่าวว่า การวัดการวิเคราะห์เป็นการใช้วิจารณญาณเพื่อไตร่ตรอง การแยกแยะ พิจารณาดูรายละเอียดของสิ่งต่างๆ หรือเรื่องต่างๆ ว่ามีชิ้นส่วนใดสำคัญที่สุด ชิ้นส่วนใดสัมพันธ์กันมากที่สุด และชิ้นส่วนเหล่านั้นอยู่รวมกันได้ หรือทำงานได้เพราะอาศัยหลักการใด ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ

1. การวิเคราะห์ความสำคัญ หมายถึง การพิจารณาหรือจำแนกว่า ชิ้นใด ส่วนใด เรื่องใด เหตุการณ์ใด ตอนใดสำคัญที่สุด หรือหาจุดเด่น จุดประสงค์สำคัญ สิ่งที่ซ่อนเร้น

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง การค้นหาความเกี่ยวข้องระหว่างคุณลักษณะสำคัญของเรื่องราวของสิ่งต่างๆ ว่า ของชิ้นส่วนใดสัมพันธ์กัน รวมทั้งข้อสอบอุปมา อุปมัย

3. การวิเคราะห์หลักการ หมายถึง การให้พิจารณาดูชิ้นส่วนหรือส่วนปลีกย่อยต่างๆ ว่าทำงานหรือยึดกันได้ หรือคงสภาพเช่นนั้นได้ ว่าใช้หลักการใดเป็นแกนกลาง จึงถามถึงโครงสร้างหรือหลัก หรือวิธีการที่ยึดถือ

สุวิทย์ มูลคำ (2545, น. 23-24) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ อาจจำแนกออกเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ส่วนประกอบ เป็นความสามารถในการหาส่วนประกอบที่สำคัญของสิ่งของหรือเรื่องราวต่างๆ เช่น การวิเคราะห์ส่วนประกอบของพืช สัตว์ ข่าว ข้อความ หรือเหตุการณ์ เป็นต้น

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญต่างๆ โดยระบุความสัมพันธ์ระหว่างความคิด ความสัมพันธ์ในเชิงเหตุผล หรือความแตกต่างระหว่างข้อโต้แย้งที่เกี่ยวข้อง และไม่เกี่ยวข้อง

3. การวิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถในการหาหลักความสัมพันธ์ส่วนสำคัญในเรื่องนั้นๆ ว่าสัมพันธ์กันอยู่ โดยอาศัยหลักการใด เช่น การให้ผู้เรียนค้นหาหลักการของเรื่อง การระบุจุดประสงค์ของผู้เรียน ประเด็นความสำคัญของเรื่อง เทคนิคที่ใช้ในการจูงใจผู้อ่าน และรูปแบบภาษาที่ใช้ เป็นต้น

จากการศึกษาการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ผู้วิจัยได้นำแนวคิดของบลูม ซึ่งสรุปได้ว่า การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์เป็นการวัดความสามารถในการแยกแยะของสิ่งต่างๆ โดยอาศัยการวิเคราะห์ความสำคัญ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ และวิเคราะห์หลักการ มาใช้ในการวิจัยครั้งนี้

4. การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

4.1 ความหมายของการแก้ปัญหา

เมื่อปัญหาเป็นสิ่งที่ไม่พึงประสงค์ที่จะให้เกิดขึ้น ดังนั้นการศึกษาและการหาวิธีการเพื่อแก้ปัญหาจำเป็นต้องใช้ความสามารถทางด้านความคิด ตีความสถานการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้น ซึ่งนักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาไว้ต่างๆ กัน พอสรุปได้ดังนี้

บรูเนอร์ และคณะ (Bruner and other. 1971, p.201) ได้อธิบายเกี่ยวกับการแก้ปัญหาว่า เป็นความสามารถในการใช้ประสบการณ์เดิมจากการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อม เป็นการแสดงความรู้ ความคิดของสถานการณ์ที่เป็นปัญหาในปัจจุบัน โดยนำมาจัดเรียงใหม่ เพื่อผลของความสำเร็จในจุดมุ่งหมายเฉพาะอย่าง

กู๊ด (Good, 1973, p. 518) ได้แสดงความคิดเห็นว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ก็คือวิธีการแก้ปัญหานั่นเอง กล่าวคือ การแก้ปัญหาเป็นแบบแผนหรือวิธีการดำเนินการ ซึ่งอยู่ในสภาวะที่มีความยุ่งยากและจะต้องพยายามหาข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหา มีการตั้งสมมติฐานและตรวจสอบข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ของสมมติฐานว่าเป็นจริงหรือไม่

กานเย (Gagne, 1977, p. 63) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับการแก้ปัญหาว่า เป็นรูปแบบของการเรียนรู้อย่างหนึ่งที่ต้องอาศัยความคิดรวบยอดเป็นพื้นฐาน การเรียนเป็นการกระทำที่มีจุดมุ่งหมาย เป็นการเลือกเอาวิธีการหรือกระบวนการที่เหมาะสม เพื่อนำไปสู่จุดมุ่งหมายที่ต้องการนั้น โดยอาศัยการหยั่งเห็น (Insight) ในปัญหาอย่างถ่องแท้เสียก่อนจึงจะแก้ปัญหา

รีเบอร์ (Reber, 1985, น. 577) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหา สรุปได้ว่า เป็นกระบวนการที่อาศัยเชาว์ปัญญาเพื่อนำไปสู่บทสรุปของปัญหานั้นๆ

อาภรณ์ ชูดวง (2535, น. 185) ได้อธิบายเกี่ยวกับการแก้ปัญหาไว้ว่า การแก้ปัญหานั้น เป็นพฤติกรรมแบบแผนหรือวิธีการที่ต้องอาศัยกระบวนการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนประสบการณ์เดิมจากการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อม เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ต้องการ

จากแนวคิดของนักการศึกษา และนักจิตวิทยาที่กล่าวมา พอจะสรุปได้ว่า การแก้ปัญหา เป็นกระบวนการทางเชาว์ปัญญาที่อาศัยการคิดวิเคราะห์ แล้วนำมาเข้าสู่วิธีการและขั้นตอนในการแก้ปัญหา เพื่อให้บรรลุถึงจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

4.2 กระบวนการและขั้นตอนในการแก้ปัญหา

การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่มีหลักการและขั้นตอนอย่างมีระบบระเบียบ ต้องใช้ความคิดอย่างซับซ้อน เพื่อมองปัญหาได้หลายแง่หลายมุมหลายวิธีการ แล้วเลือกวิธีการที่ดีที่สุดที่ทุกคนยอมรับไปใช้ในการแก้ปัญหา ทำให้ผลที่เกิดขึ้นมีประสิทธิภาพอย่างแท้จริง (จักรทอง เป้าจรรยา 2527, อ้างถึงใน สมใจ มีสมวิทย์, 2548, น.31) ซึ่งหลักการและขั้นตอนในการแก้ปัญหานั้นมีมากมาย ส่วนใหญ่แล้วมีความคล้ายคลึงกัน จะแตกต่างกันในเรื่องการแบ่งขั้นตอน ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านเสนอแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการและขั้นตอนในการแก้ปัญหา ดังนี้

บรูเนอร์ (Bruner, 1966, p. 98) ได้ศึกษาวิธีการแก้ปัญหา และได้สรุปว่า การแก้ปัญหาของบุคคลนั้นต้องการกลไกแห่งความสามารถในการอ้างอิง และจำแนกประเภทสิ่งเร้า ประสบการณ์รับรู้ต่างๆ ก็เป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่งของกระบวนการจัดประเภทที่จะนำไปสู่การตอบสนองในขั้นสุดท้าย ขั้นตอนในการแก้ปัญหา มีดังนี้

1. ขั้นรู้จักปัญหา เป็นขั้นที่บุคคลรับรู้สิ่งเร้าที่ตนกำลังเผชิญอยู่ว่าเป็นปัญหา

2. ขั้นแสวงหาเค้าเงื่อน เป็นขั้นที่บุคคลใช้ความพยายามอย่างมากในการระลึกถึงประสบการณ์เดิม

3. ขั้นตรวจสอบความถูกต้อง ก่อนที่จะตอบสนองในลักษณะของการจัดประเภทหรือแยกแยะโครงสร้างของเนื้อหา

4. การตัดสินตอบสนองที่สอดคล้องกับปัญหา

กิลฟอร์ด (Guilford, 1971, p. 205) ได้กำหนดลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้ 5 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นเตรียมการ หมายถึง ขั้นตั้งปัญหาหรือค้นพบว่า ปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์คืออะไร

2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง ขั้นในการพิจารณาดูว่า มีสิ่งใดบ้างที่เป็นสาเหตุของปัญหา

3. ขั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา หมายถึง การหาวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งตรงกับสาเหตุของปัญหาแล้วแสดงออกมาในรูปของวิธีการแก้ปัญหา

4. ขั้นตรวจสอบผล หมายถึง ขั้นในการเสนอเกณฑ์เพื่อตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอวิธีการแก้ปัญหา ถ้าพบว่าผลลัพธ์ที่ได้ยังไม่ใช่ผลที่ถูกต้อง ก็ต้องมีวิธีการเสนอวิธีการแก้ปัญหาใหม่จนกว่าจะได้ผลที่ถูกต้อง

5. ขั้นนำไปประยุกต์ใช้ หมายถึง การนำวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสข้างหน้า เมื่อพบกับเหตุการณ์ที่เป็นปัญหาคล้ายคลึงกับปัญหาที่ผ่านมาแล้ว

วอลลาส (Wallas, 1926) ได้เสนอกระบวนการในการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นเตรียม (preparation) เป็นขั้นที่ผู้แก้ปัญหาเลือกปัญหา รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา เป็นความพยายามเบื้องต้นที่จะแก้ปัญหา

2. ขั้นฟักตัว (incubation) เป็นขั้นที่ผู้แก้ปัญหาหันความสนใจออกไปจากปัญหาไปยังกิจกรรมอื่นๆ

3. ขั้นเกิดความคิดหรือขั้นเข้าใจปัญหา (illumination) ผู้แก้ปัญหาจะมีความคิด “แว้บ” ขึ้นในสมอง

4. ขั้นตรวจสอบ (verification) เป็นขั้นที่ผู้แก้ปัญหาตรวจสอบคำตอบของตนว่าสามารถใช้ได้หรือไม่

เวียร์ (Weir, 1974, pp. 16-18) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดปัญหา

2. การวิเคราะห์ปัญหา

3. การเสนอวิธีการแก้ปัญหา

4. การวิเคราะห์ผลจากการแก้ปัญหา

ดิวอี้ (Dewey, 1975; อ้างอิงใน วารี ถิระจิตร, 2534, น. 73) ได้เสนอขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหา ดังนี้

1. การกำหนดขอบเขตของปัญหา (location of problem)

2. การตั้งสมมติฐานการแก้ปัญหา (setting up of hypothesis)

3. ทดลองและรวบรวมข้อมูล (experimenting and gathering data)

4. การวิเคราะห์ข้อมูล (analysis of data)

5. สรุปผล (conclusion)

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2527, น. 8) ได้เสนอว่า การคิดแก้ปัญหามีวิธีการที่ใช้ในการค้นคว้าหาคำตอบหลายวิธี เช่น วิธีลองผิด - ลองถูก วิธีคิดกลับไปกลับมา แต่ที่นิยมนำมาใช้ฝึกฝนนักเรียนให้เป็นคนช่างเสาะแสวงหาความรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลำดับขั้นตอน 4 ขั้นตอนใหญ่ๆ ด้วยกัน คือ

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นระบุปัญหา

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นตั้งสมมติฐาน

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นพิสูจน์หรือทดลอง

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นสรุปผลและนำไปใช้

กมลรัตน์ หล้าสุวงษ์ (2523 : 260) ได้กล่าวถึงวิธีการในการคิดแก้ปัญหาว่าขึ้นอยู่กับประสบการณ์และสถานการณ์ของปัญหาที่เกิดขึ้น ดังนี้

1. การคิดแก้ปัญหา โดยการใช้พฤติกรรมแบบเดียว โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงการแก้ปัญหา เมื่อประสบปัญหาจะไม่มีการไตร่ตรองหาเหตุผล ไม่มีการพิจารณาสิ่งแวดล้อม เป็นการจำและเลียนแบบพฤติกรรมเดิมที่เคยคิดแก้ปัญหาได้

2. การคิดแก้ปัญหาแบบลองผิดลองถูก เป็นการคิดแก้ปัญหาแบบเดาสุ่มโดยการลองผิดลองถูก

3. การคิดแก้ปัญหาโดยการเปลี่ยนแปลงความคิด ซึ่งเป็นพฤติกรรมภายใน ยากแก่การสังเกต คือ การหยั่งเห็น ซึ่งขึ้นอยู่กับการรับรู้และประสบการณ์เดิมของแต่ละคน

4. การคิดแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ การคิดแก้ปัญหาในระดับนี้ ถือว่าเป็นระดับสูงสุด และใช้ได้ผลดีที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการคิดแก้ปัญหาที่ยุ่งยากซับซ้อน มีขั้นตอนโดยสังเขปดังนี้

4.1 การพิจารณาปัญหา โดยการสังเกต คิด และจำ

4.2 การตั้งสมมติฐานจากประสบการณ์เดิมต่างๆ

4.3 การทดสอบสมมติฐาน

4.4 คงสมมติฐานที่ถูกไว้ แต่ถ้าผิด ให้ตัดสมมติฐานเดิมทิ้ง ย้อนกลับไปพิจารณาปัญหาแล้วตั้งสมมติฐานใหม่ จากนั้นก็ดำเนินการทดสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้นใหม่

4.5 การนำสมมติฐานที่ดีที่สุดไปใช้ อาจจะเป็นการใช้ทั้งหมดหรือประยุกต์ใช้เฉพาะบางส่วนที่เหมาะสมกับสภาพปัญหา ซึ่งเป็นวิธีคิดแก้ปัญหาที่เหมาะสม เพราะทำให้นักเรียนรู้จักไตร่ตรองหาเหตุผลที่เกิดขึ้นในแต่ละปัญหา

บลูม (Bloom 1956, p.62) ได้ชี้ให้เห็นว่า ขั้นตอนของกระบวนการคิดแก้ปัญหานั้นมีอยู่ 6 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 เมื่อผู้เรียนได้พบปัญหา ผู้เรียนจะคิดค้นสิ่งที่เคยพบเคยเห็น และเกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 2 ผู้เรียนจะใช้ประโยชน์จากขั้นที่ 1 มาสร้างรูปแบบของปัญหาขึ้นใหม่

ขั้นที่ 3 การจำแนกปัญหา

ขั้นที่ 4 การเลือกใช้ทฤษฎี หลักการ ความคิด และวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหา

ขั้นที่ 5 การใช้ข้อสรุปมาแก้ปัญหา

ขั้นที่ 6 ผลที่ได้จากการแก้ปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหา (problem solving process) ว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีจุดมุ่งหมายประการหนึ่ง คือ เน้นให้นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาต่างๆ โดยผ่านการกระบวนการคิดและปฏิบัติอย่างมีระบบ ผลที่ได้จากการฝึกจะช่วยให้นักเรียนสามารถตัดสินใจแก้ปัญหาต่างๆ ด้วยวิธีการคิดอย่างสมเหตุสมผล โดยใช้กระบวนการหรือวิธีการ ความรู้ ทักษะต่างๆ และความเข้าใจในปัญหานั้น มาประกอบกันเพื่อเป็นข้อมูลในการแก้ปัญหา การแก้ไขปัญหาอาจทำได้หลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหา ความรู้และประสบการณ์ของผู้แก้ปัญหานั้น กระบวนการแก้ปัญหามีขั้นตอนดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา ผู้แก้ปัญหาจะต้องทำความเข้าใจกับปัญหาที่พบให้ถ่องแท้ในประเด็นต่างๆ คือ (1) ปัญหาถามว่าอย่างไร (2) มีข้อมูลใดแล้วบ้าง และ (3) มีเงื่อนไขหรือต้องการข้อมูลใดเพิ่มเติมอีกหรือไม่ การวิเคราะห์ปัญหาอย่างดีจะช่วยให้ขั้นตอนต่อไปดำเนินไปอย่างราบรื่น การจะประเมินว่านักเรียนเข้าใจปัญหามากน้อยเพียงใด ทำได้โดยการกำหนดให้นักเรียนเขียนแสดงถึงประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

2. วางแผนแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้จะเป็นการคิดหาวิธีการวางแผนเพื่อแก้ปัญหา โดยใช้ข้อมูลจากปัญหาที่ได้วิเคราะห์ไว้แล้วในขั้นที่ 1 ประกอบกับข้อมูลและความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นและนำมาใช้ประกอบการวางแผนแก้ปัญหา ในกรณีที่ปัญหาต้องตรวจสอบโดยการทดลอง ขั้นตอนนี้ก็จะเป็นการวางแผนการทดลอง ซึ่งประกอบด้วยการตั้งสมมติฐาน กำหนดวิธีทดลองหรือตรวจสอบและอาจรวมทั้งแนวทางในการประเมินผลการแก้ปัญหา

3. ดำเนินการแก้ปัญหาและประเมินผล ขั้นตอนนี้จะเป็นการลงมือแก้ปัญหาและประเมินว่าวิธีการแก้ปัญหา และผลที่ได้ถูกต้องหรือได้ผลเป็นอย่างไร ถ้าการแก้ปัญหาทำได้ถูกต้อง ก็จะมีการประเมินต่อไปว่า วิธีการนั้นน่าจะยอมรับไปใช้ในการแก้ปัญหาอื่นๆ หรือไม่ แต่ถ้าพบว่าการแก้ปัญหานั้นไม่ประสบความสำเร็จ ก็จะต้องย้อนกลับไปเลือกวิธีการแก้ปัญหาอื่นๆ ที่ได้กำหนดไว้แล้วในขั้นที่ 2 และถ้ายังไม่ประสบความสำเร็จ นักเรียนจะต้องย้อนกลับไปทำความเข้าใจปัญหาใหม่ว่ามีข้อบกพร่องประการใด เช่น ข้อมูลกำหนดให้ไม่เพียงพอ เพื่อจะได้เริ่มต้นการแก้ปัญหาใหม่

4. ตรวจสอบการแก้ปัญหา เป็นการประเมินภาพรวมของการแก้ปัญหา ทั้งในด้านวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา และการตัดสินใจ รวมทั้งการนำไปประยุกต์ใช้ ทั้งนี้ในการแก้ปัญหาใดๆ ต้องตรวจสอบถึงผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมด้วย

จากการศึกษาเกี่ยวกับขั้นตอนการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ พอสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาจะเกิดขึ้นได้เมื่อบุคคลพบปัญหาแล้ว ต้องการหาคำตอบหรือคำอธิบาย โดยใช้กระบวนการหรือวิธีการ ความรู้ ทักษะต่างๆ และความเข้าใจปัญหานั้นๆ มาประกอบเพื่อเป็นข้อมูลในการแก้ปัญหา โดยตอนแรกจะต้องบ่งชี้และตั้งสมมติฐาน จากนั้นก็ต้องกำหนดวิธีการแก้ปัญหา โดยการสังเกตหรือการทดลองจนได้ข้อเท็จจริงต่างๆ แล้วเก็บรวบรวมข้อมูลไว้เป็นผลสรุปของการทดลองหรือคำตอบของปัญหาดังกล่าวในการแก้ปัญหานั้น ซึ่งมีผู้ให้แนวคิดลักษณะนี้ไว้หลายท่าน สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้ขั้นตอนในการแก้ปัญหาของ เวียร์ (Weir, 1974, p. 18) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหา ได้แก่ 1) การกำหนดปัญหา 2) การวิเคราะห์ปัญหา 3) การเสนอวิธีการแก้ปัญหา 4) การวิเคราะห์ผลจากการแก้ปัญหา ซึ่งมีขั้นตอนที่ชัดเจนและครอบคลุมกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

4.3 การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา

การเรียนรู้ข้อเท็จจริงกับการนำเสนอข้อเท็จจริงไปใช้เพื่อการแก้ปัญหาใหม่ เป็นกระบวนการที่แตกต่างกัน การเรียนรู้จากการแก้ปัญหาสถานการณ์หนึ่ง ไม่ได้หมายความว่า ต้องแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นได้เสมอ ในการแก้ปัญหานั้น จำเป็นต้องอาศัยข้อเท็จจริง แต่ก็ไม่เพียงพอในการแก้ปัญหา จำเป็นต้องรู้จักการสังเกต การพิจารณาคัดเลือกแนวทางที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา การสอนที่บอกแนวทางและข้อเท็จจริงในการแก้ปัญหานั้น ไม่สามารถที่จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้ ควรฝึกให้เด็กรู้จักการสังเกต และคิดหาแนวทางในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง (ธอร์นไดค์,1950, อ้างถึงใน อรรณพ ชุ่มเพ็งพันธ์ 2550, น. 43)

ทิศนา แขมมณี (2540) ได้กล่าวถึงกระบวนการสำคัญของครูที่จะช่วยเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคิดแก้ปัญหา มีดังนี้

1. การสังเกต / การสงสัย

2. การอยากรู้คำตอบในเรื่องที่สงสัย

3. การแสวงหาคำตอบในเรื่องที่สงสัย

4. การคาดคะเนคำตอบในเรื่องที่สงสัย โดยเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์เดิม การคิดใช้เหตุผล การคิดริเริ่ม การใช้จินตนาการ

5. การรวบรวมข้อมูลในเรื่องที่สงสัย โดยวางแผนเก็บรวบรวมข้อมูล การแจกแจงข้อมูล การกำหนดแหล่งข้อมูล การลงมือเก็บข้อมูล

6. การพิจารณาข้อมูลและสรุปข้อมูลในเรื่องที่สงสัย โดยการวิเคราะห์ข้อมูล เปรียบเทียบ การแยกแยะข้อมูล การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล การเชื่อมโยงข้อมูล การใช้เหตุผล การประเมินข้อมูล และการลงสรุปข้อมูล

7. การทดสอบคำตอบในเรื่องที่สงสัย และสรุปผลการทดลอง

8. การสรุปคำตอบในเรื่องที่สงสัย และการอธิบายคำตอบ

สายหยุด สมประสงค์ (2523, อ้างถึงใน ดรุณี พรายแสงเพ็ชร 2548, น. 35-36) กล่าวถึงการจัดสภาพการณ์ภายนอกต่างๆ เพื่อยั่วยุให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ดังนี้

1. จัดสถานการณ์ที่เป็นสถานการณ์ใหม่ๆ และวิธีการแก้ปัญหาหลายๆ วิธี ให้ผู้เรียนได้ฝึกฝน

2. ปัญหาที่ผู้สอนหยิบยกมานั้นควรเป็นปัญหาใหม่ที่ผู้เรียนยังไม่เคยประสบมาก่อน แล้วก็ควรเป็นปัญหาที่ไม่พ้นวิสัยของผู้เรียน

3. การฝึกแก้ปัญหา ผู้สอนควรแนะนำให้ผู้เรียนให้ตีปัญหาให้แตกก่อนว่าเป็นปัญหาเกี่ยวกับอะไร

4. จัดบรรยากาศการเรียนการสอน ซึ่งสภาพภายนอกของผู้เรียนให้เป็นไปในลักษณะเปลี่ยนแปลงได้ไม่ตายตัว และสร้างความเป็นกันเองกับผู้เรียน

5. ให้โอกาสผู้เรียนได้คิดเสมอ

6. การฝึกฝนการแก้ปัญหา ผู้สอนไม่ควรบอกวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ เพราะถ้าบอกให้แล้วจะไม่ได้ใช้กลยุทธการคิดแก้ปัญหา

สุวัฒน์ มุทธเมธา (2523, อ้างถึงใน สมใจ มีสมวิทย์, 2548, น. 30) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการสอนเพื่อแก้ปัญหา มีดังนี้

ควรปล่อยให้นักเรียนคิดด้วยตนเองมากที่สุด ควรส่งเสริมให้กำลังใจ เมื่อนักเรียนทำผิดพลาดหรือคิดไม่ถูกต้อง ให้ข้อเสนอแนะ อภิปราย ซักถาม ให้นักเรียนคิด ถ้านักเรียนคิดไม่ออก ครูควรส่งเสริม สนับสนุนให้นักเรียนคิด หรือใช้วิธีใหม่แก้ปัญหา หากนักเรียนยังใช้วิธีเดิม ซึ่งเป็นวิธีที่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ ควรเสนอแนะวิธีใหม่ๆ ให้นักเรียนพิจารณาทดลอง ถ้านักเรียนท้อถอยจะเลิกแก้ปัญหา เนื่องจากมองไม่เห็นแนวทาง ถ้านักเรียนสับสน เบื่อหน่าย หงุดหงิด ครูควรแนะนำให้

นักเรียนพักสักครู่ ครูควรแนะนำส่งเสริมให้นักเรียนเห็นว่า การมีใจกว้าง มองหลายมุม ยอมรับความคิดเห็น ไม่ยึดมั่นวิธีใดวิธีหนึ่งจะช่วยแก้ปัญหาได้ดีขึ้น ส่งเสริมให้นักเรียนหาเหตุผล คิดเดา ลองผิดลองถูกในการแก้ปัญหาบ้าง ควรส่งเสริมและฝึกให้นักเรียนมีทัศนคติในการคิดพิจารณาอย่างรอบคอบก่อนตัดสินใจ ไม่ควรหัวเราะเยาะให้นักเรียนเสียหน้า หรือเกิดความละอาย เมื่อนักเรียนเสนอวิธีการหรือข้อมูลที่ไม่ถูกต้องเหมาะสม เพราะจะทำให้นักเรียนไม่กล้าคิดไม่กล้าแสดงออก

ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา เป็นทักษะอย่างหนึ่งที่ควรให้นักเรียนฝึกฝนอยู่เสมอ สำหรับวิธีการต่างๆ ที่ครูช่วยฝึกให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาได้นั้น มังกร ทองสุขดี (2522, น. 5–10) กล่าวไว้ดังนี้

1. ฝึกให้นักเรียนทำงานอยู่เสมอ (The Persistence Process) วิธีการแบบนี้เป็นวิธีที่ใช้กันมานาน การทำงานช่วยให้มีประสบการณ์เพิ่มขึ้น และให้เรามีหนทางคิดมากขึ้น

2. ฝึกให้นักเรียนมีการทดลองอยู่เสมอ (The Testimonial Process) บางครั้งครูอาจกำหนดปัญหาให้นักเรียนช่วยกันหาคำตอบ โดยแนะให้นักเรียนทำกิจกรรมบางอย่างหรือการแสดงการสาธิต เพื่อให้นักเรียนหาคำตอบให้ได้ นักเรียนที่มีโอกาสฝึกการคิดแก้ปัญหาอยู่เสมอนั้นอาจหาแนวทางต่างๆ ช่วยได้เป็นอย่างดี การสอนเนื้อหาวิชาบางครั้งครูไม่อาจทำการทดลองได้ เช่น การวัดระยะทางจากโลกกับดวงดาวในท้องฟ้า ก็ให้นักเรียนคิดแก้ปัญหา โดยการทดลองค้นคว้าจากแหล่งวิชาการต่างๆ

3. ฝึกให้เป็นผู้มีเหตุผลแก่ตัวเอง (The Innate Process) การฝึกแบบนี้เป็นการฝึกให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเอง บางครั้งอาจจะเป็นการเชื่อแบบลางสังหรณ์ (Intuition) ซึ่งเป็นสัญชาตญาณของตนเอง มีผลงานของนักวิทยาศาสตร์หลายอย่างที่เกิดจากลางสังหรณ์ เช่น กรณีที่ชวาป (Schwab 2551) ได้ค้นพบวงจรจุดดับในดวงอาทิตย์ เป็นต้น

4. ให้รู้จักการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) ซึ่งจอห์น ดิวอี้ (John Dewey) นักการศึกษาผู้มีชื่อเสียงได้กำหนดวิธีการคิดแก้ปัญหาโดยการวิเคราะห์ปัญหาออกเป็นขั้นๆ ดังนี้

4.1 การกำหนดปัญหา

4.2 รวบรวมข้อเท็จจริง

4.3 ตั้งสมมติฐาน

4.4 ทดสอบสมมติฐาน

4.5 ประเมินผล

วิธีการคิดแก้ปัญหาโดยวิธีนี้ ครูควรฝึกให้นักเรียนใช้อยู่เสมอ เพราะสามารถนำไปใช้ในอนาคตได้อีกด้วย นอกจากนั้นครูควรแนะหาทางช่วยให้นักเรียนรู้จักคิดหรือกระทำในเรื่องเหล่านี้ โดยฝึกให้รู้จักวิเคราะห์ - สังเคราะห์ (Analysis – Synthesis) ฝึกให้รู้จักออกความเห็น (Suggestion)

เฮนนิ่ง (Heining. 1981; อ้างอิงใน สุกัญญา ยุติธรรมนนท์. 2539: 16) ได้กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่จะช่วยให้นักเรียนได้รู้จักคิด รู้จักพิสูจน์หาข้อสรุป และให้เด็กได้มองเห็นคุณค่าของการแก้ปัญหานั้น กิจกรรมที่จัดควรเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดของตน เพื่อสังเคราะห์เรื่องราว ส่งเสริมให้นักเรียนได้คาดคะเน ตั้งสมมติฐาน ทดสอบสมมติฐานโดยเน้นกิจกรรมที่ครูจัดขึ้นเป็นสำคัญ

นักจิตวิทยากลุ่มปัญญานิยม มีความคิดเห็นว่า การเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหานั้น ควรใช้กระบวนการสืบสอบ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ในการเก็บข้อมูล สำรวจ ทดลอง เป็นแรงกระตุ้นให้เกิดการแสวงหาความรู้ต่อไป ซึ่ง พรรณี ช.เจนจิต (2538, น. 219) ได้สรุปไว้ดังนี้

1. ขั้นแรกสอน Verbal Association, Connect และ Principle ซึ่งถือว่าเป็นพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการแสวงหาความรู้ต่อไป

2. สร้างบรรยากาศที่จะช่วยกระตุ้นให้เด็กเกิดความรู้สึกเป็นอิสระที่จะซักถาม บรรยากาศจะต้องไม่เข้มงวด ตึงเครียด ถ้าเด็กเกิดความรู้สึกกลัว ถ้าทำผิดหรือถูกหัวเราะเยาะ เด็กจะไม่กล้าซักถาม

3. กระตุ้นให้เด็กแสดงความคิดเห็น และให้อิสระในการบรรยายเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ ต่อชั้นเรียนที่พร้อมจะเข้าใจและรับฟัง

จากแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนกับการแก้ปัญหา สรุปได้ว่า ครูมีบทบาทสำคัญในการฝึกในการให้นักเรียนคิดแก้ปัญหา จัดสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อยั่วยุให้นักเรียนเกิดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ปล่อยให้นักเรียนคิดด้วยตนเองมากที่สุด ฝึกให้นักเรียนทำงานทดลองอยู่เสมอ ฝึกหรือกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักแสดงความคิดเห็นอยู่เสมอ เป็นการช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการใช้ความคิดของตนเอง เพราะการคิดช่วยให้การเรียนของนักเรียนดีขึ้นดีกว่าการฝึกให้นักเรียนใช้แต่ความจำอย่างเดียว และครูต้องคอยช่วยเหลือนักเรียนอยู่เสมอ เพราะนักเรียนอาจจะแสดงออกความคิดเห็นในสิ่งที่ไม่ถูกต้องมากนักก็ได้ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครู และวิธีการสอนให้ผู้เรียนรู้จักคิดแก้ปัญหานั้น ครูควรตั้งปัญหา สถานการณ์ให้เหมาะสมกับวัยและความรู้ความสามารถเพื่อที่ผู้เรียนจะได้คิดแก้ปัญหานั้นด้วยวิธีที่ไม่ยุ่งยาก และกระบวนการคิดแก้ปัญหาจะต้องมีการฝึกฝนจะทำให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบต่อไป

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยในประเทศ

5.1.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ที่ใช้หลักการพัฒนาสมองสองซีกที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการคิดวิเคราะห์

สิริวรรณ ตะรุสานนท์ (2542) ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการสอนแบบ 4 MAT กับที่ได้รับการสอนแบบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมแบบ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์และมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยกิจกรรมแบบวิทยาศาสตร์

ตรูเนตร อัชชสวัสดิ์ (2542) ได้ศึกษาผลการสอนโดยใช้กิจกรรม 4 MAT และการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้กิจกรรมการสอนแบบ 4 MAT กับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดจัดกิจกรรมตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อัจฉรา จันหา (2549)ได้ศึกษาผลการเรียนรู้และความสามารถในการแก้ปัญหาโดยการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การจัดการสิ่งแวดล้อม ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหา โดยการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT อยู่ในระดับดีมาก

กันติกาน สืบกินร (2551) ทำการศึกษาผลการเรียนรู้และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ และนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05 โดยคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้

อมรรัตน์ มุสิกะโรจน์ (2557) ศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนตะเครียะวิทยาคม จังหวัดสงขลา ผลการวิจัย พบว่า ความสามารถในการ

คิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุวรรณี แสงอาทิตย์ ธัญพร ชื่นกลิ่น ชุติมา เทียนชัยทัศน์ (2559) ศึกษาผลการสอนแบบ 4MAT ต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษาพยาบาลศาสตรบัณฑิต ชั้นปีที่ 3 วิทยาลัยพยาบาลพระจอมเกล้า จังหวัดเพชรบุรี ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษาพยาบาลหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษาพยาบาลหลังทดลอง กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบ 4MAT สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่าการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนที่คำนึงถึงรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน 4 แบบกับการพัฒนาสมองซีกซ้ายกับซีกขวา เป็นรูปแบบการสอนที่สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ได้ สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้ในหลายวิชา อีกทั้งยังเหมาะที่จะนำมาใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนทุกระดับด้วย ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำกิจกรรมการพัฒนาสมองสองซีก มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์

5.1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการแก้ปัญหา

ชวัลรัตน์ แจ่มสุข (2548) ศึกษาผลการใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนนาคดีอนุสรณ์ จังหวัดสมุทรปราการ มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศศิธร เจียมโคกสูง (2552) ได้ศึกษาผลการใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนตำบลโครกกรวด อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ผลการวิจัย พบว่า 1) นักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) อัตราพัฒนาการด้านทักษะการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนของนักเรียนโดใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เพิ่มขึ้น 0.80 คะแนนต่อครั้งจากคะแนนเต็ม 10 คะแนน และ 3) ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้อยู่ในระดับมากที่สุด

ศิริพิมล หงษ์เหม (2555) ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และคุณลักษณะใฝ่เรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับดี โดยมีคะแนนในขั้นวางแผนเป็นลำดับที่หนึ่ง รองลงมาคือขั้นดำเนินการ ขั้นทำความเข้าใจและขั้นประเมินผลตามลำดับ และมีแนวโน้มของระดับความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น

กระแส มิฆะเนตร (2546) ได้ศึกษาผลการสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดเชิงวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมปีที่ 4 โรงเรียนบ้านลำดวน จังหวัดสุรินทร์ ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังเรียนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ดอกไม้ สุวรรณ์สาร (2556) ศึกษาผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้กลวิธีการสอนทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบุ่งคล้านคร จังหวัดบึงกาฬ มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้กลวิธีการสอนทางวิทยาศาสตร์กับกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้กลวิธีการสอนทางวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศิลา สงอาจินต์ (2551) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมปีที่ 6 ด้วยวิธีเปรียบเทียบผลการวัดก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยในที่เกี่ยวข้อง พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

ทอลเลนท์ (Tallent, 1985, p.130) ได้ทำการศึกษาวิจัยผลของการใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาอนาคตที่มีต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ ในระดับเกรด 4 ของโรงเรียนที่อยู่ชานเมืองทางตะวันออกเฉียงใต้ของรัฐเท็กซัส โดยมีนักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 33 คน กลุ่มควบคุมจำนวน 28 คน กลุ่มทดลองได้รับการฝึกตามกระบวนการคิดแก้ปัญหาอนาคต เป็นเวลา 5 เดือน ผลวิจัยพบว่า วิธีการฝึกด้วยกระบวนการคิดแก้ปัญหาอนาคตมีผลต่อคะแนนรวมทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญ และกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมไม่มีความแตกต่างในการแสดงออกใน 2 ขั้นตอน คือ วิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดและการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด

รอนดา วิลเคอร์สัน และคินนาร์ด ไวท์ (Rhonda M. Wilkerson and Kinnard P. White. Mar 1988) ได้ศึกษาถึงผลการเรียนรู้และเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการสอนแบบ 4 MAT กับการสอนโดยใช้คู่มือครู ในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยวัดเจตคติจากแบบสอบถามและการเขียนบรรยายของนักเรียนชั้นประถมศึกษปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันในด้านความรู้ความเข้าใจ การนำไปใช้และการวิเคราะห์ ไม่แตกต่างกันในด้านการสังเคราะห์และการประเมินค่า นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์มากขึ้นในกลุ่มที่ได้รับการสอน โดยการจัดการเรียนแบบ 4 MAT

แมคคาร์ธี (McCarthy, 1990, p. 83) ได้ศึกษาเรื่องการใช้ระบบ 4 MAT นำวิธีการเรียนแบบต่างๆ มาสู่โรงเรียน ระบบ 4 MAT เป็นระบบสอนแบบวงจร 8 ขั้น ซึ่งตั้งอยู่บนพื้นฐานของวิธีการเรียนเฉพาะตัวของนักเรียนและกระบวนการทำงานที่ควบคุมโดยระบบสมอง สิ่งที่สำคัญที่ต้องมีในนักเรียน 4 ประการ ได้แก่ ความคิดจินตนาการ ความคิดวิเคราะห์ การมีสามัญสำนึกและการยอมรับในการเปลี่ยนแปลง สามารถใช้ระบบ 4 MAT มาทำให้เกิดความต่อเนื่องในระบบการทำงานของสมองได้ ในการเรียนนักเรียนใช้วิธีที่ตนเองสะดวกที่สุดในขณะที่มีความคิดเห็นขัดแย้งเล็กน้อย

เอพเพล (Appell, 1991: Abstract) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของนักเรียนที่เรียนวิชาดนตรี ด้วยวิธีการสอนแบบ 4 MAT กับเด็กเกรด 5 ที่อยู่ในโรงเรียนชนบทในเมืองพอร์ทแลนด์ รัฐโอเรกอน โดยศึกษาจากครูจำนวน 8 คน สุ่มว่าจะได้สอนแบบ 4 MAT หรือสอนโดยยึดแบบเรียน ครู 4 คน และนักเรียน 67 คน ใช้วิธีสอนแบบ 4 MAT บทเรียนแบบ 4 MAT ยึดตามแนวของ เบอร์นิส แมคคาร์ธี (Bernice McCarthy) ซึ่งมีขั้นตอนการสอน 8 ขั้น สำหรับนักเรียนเกรด 5 บทเรียนทั้งหมด 8 บท ได้นำเสนอมาอย่างต่อเนื่องกัน การวัดเจตคติใช้เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สมมติฐานเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ในการศึกษาใช้ 2 กลุ่ม คือ ก่อนทดลองและหลังทดลอง ผลของการสำรวจเจตคติทั้งก่อนทดลอง และหลังทดลอง นำมาวิเคราะห์โดยใช้ t-test พบว่ามีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบทางเดียว แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองแตกต่างกัน ผลการวิเคราะห์ชี้ให้เห็นว่า ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบ 4 MAT สูงกว่า ผู้เรียน

ที่เรียนโดยยึดแบบเรียน แต่เจตคติของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เออร์ซิน วาเลอรรี่ ดี (Ursin, Valerie Dee 1995 : 143, อ้างอิงถึงใน สิริวรรณ ตะรุสานนท์ 2542, น. 28) ได้ศึกษาผลจากการใช้ระบบ 4 MAT ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติที่นักเรียนระดับ 9 มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ประชากรที่ได้รับการทดสอบ คือ นักเรียนจากชนบท 48 คน เป็นนักเรียนชั้นมัธยมในรัฐคอนเนคติคัล นักเรียนกลุ่มนี้ได้รับการสอนด้วย 4 MAT กลุ่มควบคุมใช้วิธีการสอนตามหนังสือเรียน ผลการวิจัยปรากฏว่ากลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ส่วนด้านเจตคติระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมไม่มีความแตกต่างกัน

จากการศึกษางานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง พบว่า มีงานวิจัยเกี่ยวกับผลการจัดการเรียนรู้รูปแบบ 4MAT ที่เน้นการพัฒนาสมองทั้งสองซีกเรียนรู้ให้สมดุลกัน ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และเจตคติต่อการเรียน แต่ไม่พบงานวิจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีก ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง แหล่งน้ำ และลมฟ้าอากาศ

การวิจัยครั้งนี้ เป็นรูปแบบวิจัยก่อนการทดลอง (Pre - experimental design) แบบแผนกลุ่มเดียว วัดก่อนและหลังการทดลอง (One Group Pretest – Posttest Design)

O_1	x	O_2

สัญลักษณ์การทดลอง มีดังนี้

X หมายถึง วิธีการสอนด้วยแผนการสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีกชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง แหล่งน้ำ และลม ฟ้า อากาศ

O_1 หมายถึง การทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และการทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนการทดลอง

O_2 หมายถึง การทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และการทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการทดลอง

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มโรงเรียนในเครือข่ายพัฒนาคุณภาพการศึกษาท้ายเหมือง 3 จังหวัดพังงา มีจำนวน 5 โรงเรียน จำนวนนักเรียน 286 คน

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนบ้านพอแดง ซึ่งเป็นโรงเรียนที่อยู่ในกลุ่มเครือข่ายพัฒนาศักยภาพการศึกษาท้ายเหมือง 3 จังหวัดพังงา จำนวน 19 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งมีลักษณะและขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีก หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง แหล่งน้ำและลมฟ้าอากาศ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 11 แผนการเรียนรู้ ใช้เวลา 18 ชั่วโมง

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มีดังนี้

2.2.1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เป็นแบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก กำหนดค่าคะแนนเป็น ตอบถูก ได้ 1 คะแนน ตอบผิด ได้ 0 คะแนน จำนวน 20 ข้อ

2.2.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก กำหนดค่าคะแนนเป็น ตอบถูก ได้ 1 คะแนน ตอบผิด ได้ 0 คะแนน จำนวน 20 ข้อ

2.3 การสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ

2.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีก หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง แหล่งน้ำและลมฟ้าอากาศ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 11 แผนจัดการเรียนรู้ ใช้เวลา 18 ชั่วโมง ดำเนินการโดย

1) ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E และกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีก ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2560 จากเอกสารหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ และเอกสารอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

2) ศึกษาและรวบรวมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้สมองซีกซ้ายและขวา ได้ดังตารางที่ 3.1 และตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.1 กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการทำงานของสมองซีกซ้าย

การทำงานของสมองซีกซ้าย	ความหมาย	กิจกรรมการเรียนรู้
คิดวิเคราะห์	ความสามารถในการแยกแยะหรือดึงความแตกต่างของข้อมูลออกมาได้เป็นองค์ประกอบ เพื่อจัดระบบโครงสร้างที่ดีกว่าความเข้าใจ สามารถแยกแยะ เพื่อหาส่วนย่อยของเหตุการณ์ เรื่องราวหรือเนื้อหาต่าง ๆ เพื่อพิจารณาส่วนประกอบสำคัญ ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบเหตุผล และหลักการ	- หาโครงสร้างและระบบของวัตถุสิ่งของเรื่องราว - ระบุหลักเกณฑ์ หรือสิ่งที่เป็นตัวเชื่อมโยง - จำแนกประเภท จัดกลุ่ม สิ่งของเหตุการณ์ - จำแนกความแตกต่าง - เขียนแผนผังความคิดเรื่องที่ศึกษา - ระบุองค์ประกอบของเหตุการณ์ - หาความสัมพันธ์ และตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล - หาข้อสรุป หาหลักการ - เปรียบเทียบ
ตรรกะและการใช้เหตุผล	การตัดสินใจแบบมีเหตุผลรับรอง ให้ความสำคัญกับการคิดวิเคราะห์หาเหตุผลแท้จริง แสดงลำดับขั้นตอนของเรื่องราวอย่างชัดเจน เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหา การแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ การตัดสินใจโดยใช้เหตุผลมากกว่าอารมณ์ (ธนายุทธ สิรินุตานนท์: ออนไลน์)	- อธิบายสาเหตุของปรากฏการณ์ - หาข้ออ้างอิง หาเหตุและผล หาหลักฐาน - ตัดสินใจ ตรวจสอบและไตร่ตรองคุณค่าของข้อมูล เช่น ตัดสิน ประเมิน เปรียบเทียบ
การจัดเรียงลำดับ	ความสามารถในการจัดเรียงลำดับมากไปหาน้อย เรียงลำดับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นก่อนและหลัง	- เรียงลำดับเหตุการณ์ก่อนหลัง - เรียงลำดับความสำคัญ
ภาษาและการสื่อสาร การฟัง การพูดการอ่าน การเขียน	การใช้ภาษารูปแบบต่าง ๆ ในการสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจตามที่ต้องการ ตั้งแต่การพูด การเขียน และการอ่าน การฟัง การตั้งใจฟังอย่างจดจ่อ เล่าเรื่องที่ฟังได้	- สรุปจากการฟัง - เล่าเรื่อง การอภิปราย นำเสนอ - เขียนสื่อสารความคิด - จดบันทึกจากการฟังหรือชมวิดีทัศน์

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

การทำงานของสมองซีกซ้าย	ความหมาย	กิจกรรมการเรียนรู้
ความจำ	ความรู้ความจำ หมายถึง การดึงสิ่งที่เรียนรู้มาก่อน ตัวอย่างเช่น ชื่อบุคคลสถานที่ เนื้อหาที่อยู่ในบทเรียน คำกริยาที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ รู้ บอก ระบุ ระลึก - ความรู้ในเนื้อเรื่อง เป็นความรู้เกี่ยวกับความหมายของคำ สัญลักษณ์ ภาพ อักษร สถานที่ ประโยชน์และโทษ - ความรู้ในวิธีดำเนินการ เป็นความรู้เกี่ยวกับธรรมเนียมประเพณีวัฒนธรรมที่ปฏิบัติสืบเนื่องต่อ ๆ - ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎี หลักวิชาและโครงสร้าง	ตอบคำถามประเภทความจำ เช่น 1) บอกประโยชน์และโทษจากภาพฝุ่นละออง PM 2.5 2) สถานที่ใดสามารถเจอแม่คะนิ่ง 3) รู้อะไรบ้างจากเมฆที่อยู่บนท้องฟ้า
การคำนวณตัวเลข	การจัดกระทำกับตัวเลข	- คำนวณตัวเลขรูปแบบต่างๆ - จัดทำแผนภูมิแสดงปริมาณ - อ่านแผนภูมิ กราฟ

ตารางที่ 3.2 กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการทำงานของสมองซีกขวา

การทำงานของสมองซีกซ้าย	ความหมาย	กิจกรรมการเรียนรู้
จินตนาการ	การสร้างภาพ/เรื่องราวต่าง ๆ ที่สามารถสื่อสารความคิด สร้างเป็นเรื่องราวตามจินตนาการ โดยแสดงออก เมื่อได้รับการกระตุ้น เช่น การเลือกงานศิลปะ สิ่งที่มีลักษณะหลากหลายเพื่อนำมาสร้างเรื่องราว เช่น การดูภาพเมฆแล้วบอกได้ว่า เห็นอะไร นึกถึงเรื่องราวอะไรบ้าง การอ่านนิทาน วาดรูประบายสีสิ่งต่างๆ ปั้นดินน้ำมัน สร้างเรื่องราว การสำรวจ การใช้คำถามจินตนาการคำตอบ	- จินตนาการเรื่องราวจากสถานการณ์ที่กำหนด - จินตนาการคำตอบจากคำถามที่กำหนด - วาดรูประบายสี ปั้นดินน้ำมันตามเรื่องราวที่คิดสร้างก้อนเมฆเป็นรูปต่างๆ จากสำลีลงในกระดาษ

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

การทำงานของสมองซีกซ้าย	ความหมาย	กิจกรรมการเรียนรู้
การคิดภาพรวม	การมองแบบองค์รวม การจัดข้อมูลจากประสาทสัมผัสหลายอย่างที่รับเข้ามาเพื่อจัดภาพรวมของสิ่งนั้น การบันทึก ความจำจากการรับฟัง การเห็นและมองสิ่งต่างๆ การเข้าใจการมองเห็นความสัมพันธ์อันเป็นความรู้ใหม่ ใช้ความรู้เดิมมาให้เหตุผลสิ่งที่เป็นความรู้ใหม่ การมองทุกอย่างเป็นภาพรวม	- สรุปภาพรวมความคิดความเข้าใจหลังทำกิจกรรมที่กำหนด - เขียนแผนมโนทัศน์
คิดสังเคราะห์	ความสามารถในการรวบรวมความรู้ที่มีอยู่มาเชื่องโยงเข้าด้วยกันเกิดความรู้ใหม่ การออกแบบสิ่งประดิษฐ์ สื่อสารความคิดและอารมณ์ระหว่างบุคคลกับผู้อื่นได้ เช่น การชี้แจง การวาดภาพ การแสดงต่าง ๆ การเคลื่อนไหว	- เขียนบรรยาย อธิบาย เล่า บอก เรียบเรียง - สร้าง จัด ประดิษฐ์ แต่ง ดัดแปลง ปรับแก้ไข ทำใหม่ ออกแบบ ปฏิบัติ
คิดสร้างสรรค์	ความคล่องแคล่วในการคิด ความสามารถของบุคคลในการหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่วรวดเร็ว มีคำตอบในปริมาณมากในเวลาจำกัด ความคิดยืดหยุ่นในการคิด สามารถคิดหาคำตอบได้หลายประเภทและหลายทิศทางการคิดริเริ่ม การคิดหาสิ่งแปลกใหม่และหาคำตอบที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น การคิดละเอียดลออ ความสามารถในการกำหนดรายละเอียดของความคิดเพื่อบ่งบอกถึงวิธีสร้างและนำไปใช้ Guilford (1956, p.128)	-ให้ตอบคำถามอย่างรวดเร็ว คำตอบหลากหลาย -ออกแบบสิ่งประดิษฐ์ที่แปลกใหม่
มิติสัมพันธ์และการจินตภาพ	ความสามารถในเชิงมิติ และจดจำภาพบันทึกไว้ในสมองให้เกิดภาพในใจจนสามารถคิดค้นสิ่งต่างๆ ทำความเข้าใจ แผนภูมิ กราฟ การออกแบบภาพมิติต่างๆ หรือจัดการภาพได้ดี	- อธิบายข้อมูลจากแผนภูมิแผนภาพ กราฟ - ออกแบบแผนภูมิแผนภาพ สร้างกราฟ - ต่อภาพจิ๊กซอว์

3) กำหนดแนวทางและขั้นตอนในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีก โดยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ ขั้นที่ 5 ประเมิน แล้วพิจารณานำกิจกรรมพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวามาใช้ในแต่ละขั้นโดยจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ใช้สมองทั้งสองซีกสลับกัน ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดบทบาทครูและบทบาทนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีก ไว้ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 บทบาทครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีก

ขั้นตอนการสอน	ความหมาย	บทบาทครูผู้สอน	บทบาทนักเรียน
1. ขั้นสร้างความเข้าสนใจ (Engagement)	ขั้นสร้างความสนใจเป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นจากความสงสัยหรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวผู้เรียนเองหรือจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น	- ครูทำหน้าที่ในการตั้งคำถามให้นักเรียนกำหนดปัญหาชี้ให้เห็นประเด็นที่เป็นข้อโต้แย้งกัน โดยจัดเป็นกิจกรรมเพื่อสร้างความสนใจ กระตุ้น ยั่วยุให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น กิจกรรมอาจเป็นการทดลอง การนำเสนอข้อมูล การสาธิต ข่าว หรือสถานการณ์ ฯลฯ ซึ่งก่อให้เกิดความคิดขัดแย้งจากสิ่งที่นักเรียนเคยรู้ และกระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถามกำหนดประเด็นปัญหาที่ต้องศึกษาซึ่งนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ	- นักเรียนควรมีความอยากรู้อยากเห็นในปัญหา กระบวนการและทักษะต่าง ๆ **- กิจกรรมพัฒนาสมองซีกขวา** -ฟังเรื่องราวและสร้างจินตนาการจากสถานการณ์ต่าง ๆ -ร้องเพลง -ทบทวนความรู้เดิม (การคิดสังเคราะห์ข้อมูลเดิม) - **กิจกรรมพัฒนาสมองซีกซ้าย** -ตอบคำถามกระตุ้นความคิด -แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ -ทบทวนความรู้เดิม (ความจำ)

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

ขั้นตอนการสอน	ความหมาย	บทบาทครูผู้สอน	บทบาทนักเรียน
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)	ขั้นสำรวจและค้นหาเป็นการทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถาม ที่สนใจจะศึกษา นักเรียนต้องลงมือทำการทดลองหรือพิสูจน์ หาคำตอบเกี่ยวกับสิ่งที่ศึกษา โดยการทดลอง หรือพิสูจน์ นักเรียนเป็นผู้ออกแบบการทดลองหรือวางแนวทางการพิสูจน์ตามความต้องการของนักเรียน	- ครูกระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบปัญหาและให้นักเรียนดำเนินการตรวจสอบ สืบค้น รวบรวมข้อมูล โดยการวางแผนสำรวจตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติ เช่น สังเกต วัด ทดลอง รวบรวมข้อมูลสารสนเทศ เพื่อศึกษาว่าผลที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร	- นักเรียนทำกิจกรรมสำรวจและค้นหา สังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นโดยละเอียด พร้อมทั้งบันทึกผล และสร้างแนวความคิดที่ได้จากประสบการณ์ของนักเรียนเอง - นักเรียนมีการพูดคุยกับเพื่อนคนอื่น ๆ จากนั้นนักเรียนก็สร้างองค์ความรู้และสร้างความเข้าใจด้วยตนเอง **- กิจกรรมพัฒนาสมองซีกขวา** -วาดภาพและระบายสี -นักเรียนจับคู่กับเพื่อนในชั้นเรียนในการทำกิจกรรม **กิจกรรมพัฒนาสมองซีกซ้าย** -เปรียบเทียบ ระบุ สิ่งที่รู้จักให้มากที่สุด -จำแนกประเภท -สืบค้นข้อมูลเพื่อหาคำตอบ -แบ่งกลุ่มทำการทดลองคำตอบจากการทำงานเป็นกลุ่ม

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

ขั้นตอนการสอน	ความหมาย	บทบาทครูผู้สอน	บทบาทนักเรียน
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)	ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เป็นการนำข้อมูลข้อสนเทศ ที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ ขั้นการอธิบายผล (E) เป็นขั้นที่นักเรียนต้องพยายามหาเหตุผลมาอธิบายถึงสาเหตุของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ถ้าไม่สามารถหาได้ ก็อาจจะมีการแลกเปลี่ยนความรู้กับกลุ่มอื่น แล้วค้นคว้าหาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องมาอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นให้ได้อย่างน่าเชื่อถือมากที่สุด	- ครูมีหน้าที่ส่งเสริมให้นักเรียนนำข้อมูลมาวิเคราะห์ จัดกระทำข้อมูลในรูปตาราง กราฟ แผนภาพ ฯลฯ ให้เห็นแนวโน้ม ความสัมพันธ์ของข้อมูล สรุปผล และอธิบายผลการทดลองโดยอ้างอิงหลักฐานและหลักการทางวิทยาศาสตร์ประกอบอย่างมีเหตุผล แล้วนำเสนอผลงาน ขั้นตอนนี้เป็นขั้นที่นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ - ครูมีหน้าที่จัดกิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดด้วยตัวของนักเรียนเอง ให้นักเรียนแสดงหลักฐานเหตุผลประกอบการอธิบายและให้นักเรียนตรวจสอบผลการทดลองว่าสอดคล้องกับสมมติฐานหรือไม่อย่างไร	- นักเรียนควรสามารถกำหนดแนวคิดรวบยอดตามความเข้าใจของนักเรียนเอง โดยผ่านประสบการณ์และความรู้เดิมของนักเรียนที่มีอยู่ และสามารถประมวลเป็นความรู้เพื่อถ่ายทอดสื่อสารไปยังผู้อื่น - **กิจกรรมพัฒนาสมองซีกขวา** -ร่วมกันสรุปความรู้(สรุปภาพรวม) -สร้าง จิ๊กซอว์ เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการหมุนเวียนของน้ำ - ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรม(การคิดภาพรวม) **- กิจกรรมพัฒนาสมองซีกซ้าย** - ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรม(ภาษาและการสื่อสาร) - นักเรียนสร้างแบบจำลอง นักเรียนร่วมกันสรุปผลการทดลอง -นักเรียนทำใบงาน

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

ขั้นตอนการสอน	ความหมาย	บทบาทครูผู้สอน	บทบาทนักเรียน
4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)	ขั้นขยายความรู้เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม	- ครูควรจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนมีความรู้ลึกซึ้งมากขึ้น ขยายกรอบความคิดให้กว้างขึ้น เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่นำไปสู่การค้นคว้าทดลองเพิ่มขึ้นอาจทำได้โดยการส่งเสริมให้นักเรียนตั้งประเด็นอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมชัดเจนยิ่งขึ้น ซักถามนักเรียนให้นักเรียนเกิดความชัดเจนหรือกระจ่างในความรู้ที่ได้รับกับความรู้เดิมหรือให้ค้นคว้าเพิ่มเติมในประเด็นที่นักเรียนสนใจ	- นักเรียนมีโอกาสประยุกต์ใช้แนวคิดรวบยอดในการอธิบายสถานการณ์ใหม่ที่ละเอียดและระดับลึกลงไป นักเรียนสามารถค้นคว้ารายละเอียดในสิ่งที่ต้องการศึกษาและสำรวจตรวจสอบได้มากขึ้น ตลอดจนมีการใช้ทักษะต่าง ๆ และอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่น - นักเรียนควรได้รับโอกาสเชื่อมโยงความรู้ความเข้าใจและแนวคิดรวบยอดที่ลึกลงไป เพื่อให้ความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้นจากการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเองมีความสมบูรณ์ชัดเจนและลึกซึ้งยิ่งขึ้น - **กิจกรรมพัฒนาสมองซีกขวา** - นักเรียนเขียนเป็นแผนผังความคิด

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

ขั้นตอนการสอน	ความหมาย	บทบาทครูผู้สอน	บทบาทนักเรียน
			- จัดทำป้ายนิเทศเผยแพร่ความรู้ (ชิ้นงาน) - ขยายความรู้โดยชมวิดีทัศน์ และเชื่อมโยงกับเนื้อหาเก่า -นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิด -เล่มเกม สุ่มตัวเลขยกตัวอย่าง **กิจกรรมพัฒนาสมองซีกซ้าย** -สรุปสาระสำคัญ โดยเขียนเป็นแผนผังมโนทัศน์ -อภิปรายเพื่อหาคำตอบ
5. ขั้นประเมิน (Evaluation)	ขั้นประเมิน เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่าผู้เรียนมีความรู้อะไรบ้าง และ มากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาอื่น ๆ ได้หรือไม่	- ครูส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องเพื่อสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่หรือนำไปประยุกต์ใช้ - เปิดโอกาสให้นักเรียนประเมินจุดเด่นจุดด้อยในกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ – เปิดโอกาสให้นักเรียนตรวจสอบความรู้	- นักเรียนจะได้รับผลสะท้อนกลับจากประสบการณ์และความรู้ความเข้าใจของนักเรียนเอง นักเรียนยังคงพัฒนาแนวคิดรวบยอดและความเข้าใจอย่างต่อเนื่อง นักเรียนจะประเมินความเข้าใจของนักเรียนจากแนวคิดที่เป็นกุญแจสำคัญและพัฒนาทักษะพื้นฐานที่จำเป็นจากความคิดเห็น

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

ขั้นตอนการสอน	ความหมาย	บทบาทครูผู้สอน	บทบาทนักเรียน
		ความเข้าใจและการทำงานซึ่งกันและกันโดยการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น	ที่ได้จากการวิเคราะห์ผลหรือการสำรวจตรวจสอบ - **กิจกรรมพัฒนาสมองซีกซ้าย** -ประเมินผล โดยการสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล -พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน - ตรวจสอบผลการทำใบงาน -นักเรียนและครูร่วมกันสรุปความรู้จากบทเรียน -นักเรียนประเมินชิ้นงาน -นักเรียนประเมินป้ายนิเทศ -นักเรียนประเมินแบบจำลอง

4) ออกแบบบทเรียนและจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางที่กำหนด โดยมีองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

(1) มาตรฐาน/ตัวชี้วัด

(2) จุดประสงค์การเรียนรู้

(3) สาระการเรียนรู้

(4) กิจกรรมการเรียนรู้

(5) สื่อ/แหล่งเรียนรู้

(6) การวัดและการประเมินผล

(7) บันทึกหลังการสอน

แผนการจัดการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ แหล่งน้ำและลมฟ้าอากาศ ประกอบด้วยบทเรียน 11 เรื่องและใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้รวม 18 ชั่วโมง ดังนี้

(1) แหล่งน้ำบนโลกและประเภทของแหล่งน้ำในท้องถิ่น	2 ชั่วโมง
(2) การใช้น้ำอย่างประหยัดและการอนุรักษ์น้ำ	2 ชั่วโมง
(3) วัฏจักรของน้ำ	2 ชั่วโมง
(4) ปัจจัยในการหมุนเวียนของน้ำ	1 ชั่วโมง
(5) การหมุนเวียนของวัฏจักรน้ำ	1 ชั่วโมง
(6) ขับขี่ปลอดภัยยามฝนตก	1 ชั่วโมง
(7) เรื่องของเมฆ	2 ชั่วโมง
(8) เมฆและหมอก	2 ชั่วโมง
(9) หมอกหรือควัน	2 ชั่วโมง
(10)น้ำค้างและน้ำค้างแข็ง	2 ชั่วโมง
(11)หยาดน้ำฟ้า	1 ชั่วโมง

5) นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีก เรื่อง แหล่งน้ำและลมฟ้าอากาศ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสม แล้วนำไปแก้ไขปรับปรุง

6) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหา ความสอดคล้องของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ระยะเวลาและภาษาที่ใช้ในการเขียน เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

7) ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วจึงนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งก็คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านพอแดง อำเภอท้ายเหมือง จังหวัดพังงา

2.3.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

การสร้างและหาคุณภาพแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1) ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์และวิธีการสร้างแบบทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ จากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2) กำหนดกรอบแนวคิดเกี่ยวกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของบลูม (Bloom, 1956, p. 64) ที่มีองค์ประกอบ 3 ด้าน คือ (1) วิเคราะห์ความสำคัญ (2) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ (3) วิเคราะห์หลักการ

3) สร้างแบบทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของบลูม เป็นแบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 26 ข้อ กำหนดค่าคะแนนเป็น ตอบถูก ได้ 1 คะแนน ตอบผิด ได้ 0 คะแนน

4) นำแบบทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาและให้ข้อเสนอแนะ แล้วนำแบบทดสอบมาแก้ไขปรับปรุง

5) นำแบบทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่แก้ไขปรับปรุงแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามกับโครงสร้างของการคิดวิเคราะห์แต่ละด้าน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อมีความเห็นว่า ข้อคำถามสอดคล้องกับตัวบ่งชี้

ให้คะแนน 0 เมื่อมีความเห็นว่า ไม่แน่ใจในความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับตัวบ่งชี้

ให้คะแนน -1 เมื่อมีความเห็นว่า ข้อคำถามไม่สอดคล้องกับตัวบ่งชี้

6) นำผลคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ได้ค่า IOC แต่ละข้อ อยู่ระหว่าง 0.33-1.00 แล้วพิจารณาเลือกข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จัดทำแบบทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน

7) นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์รายข้อ หาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกรายข้อ และเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ได้ข้อสอบจำนวน 20 ข้อ ที่มีค่าความยากระหว่าง 0.32-0.60 และมีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.22-0.69

8) นำผลการทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์จำนวน 20 ข้อ มาวิเคราะห์ค่าความเที่ยงทั้งฉบับด้วยวิธีหาความสอดคล้องภายในของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson, KR-20) ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.83

2.3.3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบสร้างขึ้นเพื่อทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนตามแนวคิดของเวียร์ (Weir, น. 1974) ดังนี้

1) การกำหนดปัญหา

2) การวิเคราะห์ปัญหา

3) การเสนอวิธีการแก้ปัญหา

4) การวิเคราะห์ผลจากการแก้ปัญหา

เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก กำหนดค่าคะแนนเป็น ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิด ได้ 0 คะแนน จำนวน 20 ข้อ

การสร้างและหาคุณภาพแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1) ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และวิธีการสร้างแบบทดสอบจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2) กำหนดกรอบแนวคิดเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของเวียร์ (Weir, 1974) ที่มีองค์ประกอบ 4 ขั้น คือ 1) การกำหนดปัญหา 2) การวิเคราะห์ปัญหา 3) การเสนอวิธีการแก้ปัญหา 4) การวิเคราะห์ผลจากการแก้ปัญหา

3) สร้างแบบทดสอบความสามารถในการปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดของเวียร์ เป็นแบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 24 ข้อ กำหนดการให้คะแนนเป็น ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิด ได้ 0 คะแนน

4) นำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาและให้ข้อเสนอแนะ แล้วนำแบบทดสอบมาแก้ไขปรับปรุง

5) นำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่แก้ไขปรับปรุงแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของข้อคำถามกับตัวบ่งชี้ของการแก้ปัญหาแต่ละขั้น โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อมีความเห็นว่า ข้อคำถามสอดคล้องกับตัวบ่งชี้

ให้คะแนน 0 เมื่อมีความเห็นว่า ไม่แน่ใจในความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับตัวบ่งชี้

ให้คะแนน -1 เมื่อมีความเห็นว่า ข้อคำถามไม่สอดคล้องกับตัวบ่งชี้

6) นำผลคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ได้ค่า IOC แต่ละข้อ อยู่ระหว่าง 0.33-1.00 แล้วพิจารณาเลือกข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จัดทำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน

7) นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์รายข้อ หาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกรายข้อ และเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ได้ข้อสอบจำนวน 20 ข้อ ที่มีค่าความยากระหว่าง 0.24-0.50 และมีค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.20-0.56

8) นำผลการทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์จำนวน 20 ข้อ มาวิเคราะห์ค่าความเที่ยงทั้งฉบับด้วยวิธีหาความสอดคล้องภายในของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson, KR-20) ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.78

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยเพื่อศึกษาผลการพัฒนาความสามารถการคิดวิเคราะห์ และความสามารถการคิดการแก้ปัญหา โดยใช้วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนด้วยการสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีกซึ่งในการดำเนินการและเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ตามขั้นตอนดังนี้

3.1 ดำเนินการทดสอบก่อนเรียน โดยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

3.2 ดำเนินการทดลอง โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีกที่สร้างขึ้น ใช้เวลาทดลอง 3 สัปดาห์ๆ ละ 6 ชั่วโมง รวม 18 ชั่วโมง

3.3 ดำเนินการทดสอบหลังเรียนโดยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

3.4 ตรวจให้คะแนนและนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทั้งก่อนและหลังเรียนมาวิเคราะห์ข้อมูล

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลหลังจากที่ได้เก็บรวบรวมข้อมูลแล้ว ดังนี้

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน มีวิธีการดังนี้

4.1.1 หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน

4.1.2 ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน ด้วยสถิติการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มสัมพันธ์กัน (t-test for dependent samples)

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน มีวิธีการ ดังนี้

4.2.1 หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน

4.2.2 ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน ด้วยสถิติการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มสัมพันธ์กัน (t-test for dependent samples)

4.3 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

4.3.1 สถิติพื้นฐาน

1) ค่าเฉลี่ย (Mean) ของคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาก่อนเรียนและหลังเรียน (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, น. 105)

$$\overline{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนในกลุ่ม

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D) ของคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดก่อนเรียนและหลังเรียน (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, น. 106)

$$S.D. = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงแบนมาตรฐาน

X แทน คะแนนแต่ละตัว

n แทน จำนวนคนในกลุ่ม

∑ แทน ผลรวม

4.3.2 สถิติที่หาคุณภาพของเครื่องมือ

1) ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้วิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบความสามารถการคิดวิเคราะห์และแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา โดยผู้เชี่ยวชาญ (Index of Item-Objective Congruence: IOC) โดยคำนวณจากสูตรดังนี้ (สมคิด พรมจุ้ย, 2557, น. 13-31)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้

∑R แทน ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

** ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ค่าเป็น +1
ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามวัดตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ค่าเป็น 0
ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ค่าเป็น -1

2) ค่าความยากง่าย (Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) รายข้อของแบบทดสอบความสามารถการคิดวิเคราะห์และแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2538, น. 215)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ p แทน ค่าความยาก
R แทน จำนวนคนที่ทำข้อสอบถูก
N แทน จำนวนคนผู้เข้าสอบทั้งหมด

3) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบความสามารถการคิดวิเคราะห์และแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา ใช้สูตรดังนี้ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2538, น. 210-211)

$$r = \frac{R_U - R_L}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
R_U แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
R_L แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งและอ่อน ตามลำดับ

4) ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดความสามารถการคิดวิเคราะห์และแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา โดยวิธีการคูเดอร์ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) จากสูตร (KR-20) (สมโภช อเนกสุข, 2553, น. 115) ดังนี้

$$K.R.20 = \frac{n}{(n-1)}\left[1 - \frac{\sum pq}{s^2}\right]$$

เมื่อ n แทน จำนวนของคำถาม
P แทน สัดส่วนของผู้สอบที่ตอบได้คะแนน 1
q แทน สัดส่วนของผู้ที่ตอบได้คะแนน 0
s^2 แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนรวมรายบุคคล
หาได้จากสูตร $s^2 = \frac{\sum (x-\bar{x})^2}{N}$

เมื่อ N แทน จำนวนคนที่ทำการทดสอบ

4.3.3 สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

1) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ t-test แบบ dependent Sample (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, น. 112)

2) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ t-test แบบ dependent Sample (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, น. 112)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N\sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}}$$

df = N-1

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้กับค่าวิกฤตเพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

D แทน ผลต่างระหว่างคู่คะแนน

N แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน

$(\sum D)^2$ แทน ผลรวมผลต่างของคะแนนทดสอบก่อนและหลังเรียนทั้งหมดยกกำลังสอง

$\sum D^2$ แทน ผลรวมของผลต่างของคะแนนทดสอบก่อนและหลังเรียนยกกำลังสอง

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีกเรื่อง แหล่งน้ำและลมฟ้าอากาศ ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเครือข่ายพัฒนาคุณภาพการศึกษาท้ายเหมือง 3 จังหวัดพังงา ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ตามวัตถุประสงค์การวิจัยและสมมติฐานการวิจัย เป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีก เรื่อง แหล่งน้ำและลมฟ้าอากาศ

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีก เรื่อง แหล่งน้ำและลมฟ้าอากาศ

ในการนำเสนอและแปลความหมายการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยจึงกำหนดสัญลักษณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

$\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

S.D.แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

t แทน สถิติที่ใช้ทดสอบ ความมีนัยสำคัญของผลต่างของคะแนน

* แทน มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 1 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีก เรื่อง แหล่งน้ำและลมฟ้าอากาศ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีก (n=19)

ความสามารถในการคิดวิเคราะห์	คะแนนเต็ม	ก่อนเรียน		หลังเรียน		ผลต่าง	t	(p)
		$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.			
ด้านความสำคัญ	7	2.05	.84	4.42	1.86	2.37	7.06*	.000*
ด้านความสัมพันธ์	6	1.84	.60	2.89	1.32	1.05	3.61*	.002*
ด้านหลักการ	7	2.32	.92	4.21	1.47	1.89	6.02*	.000*
ภาพรวม	20	6.21	1.91	11.53	3.39	5.32	7.86*	.000*

*$p < .05$

จากตารางที่ 4.1 พบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีก เรื่อง แหล่งน้ำและลมฟ้าอากาศ คะแนนก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 6.21 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.96 ($\overline{X}$ = 6.21 *SD* = 1.91) คะแนนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.53 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.39 ($\overline{X}$ = 11.53 *SD* = 3.39) ผลต่างคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 5.32 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยการทดสอบค่าที พบว่า คะแนนหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีก เรื่อง แหล่งน้ำและลมฟ้าอากาศ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (t = 7.86 p = .000) แสดงว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีก หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย ดังตารางที่ 4.1

เมื่อจำแนกคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นรายด้าน ได้แก่ ด้านความสำคัญ ด้านความสัมพันธ์ และด้านหลักการ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนรายด้าน (รายละเอียดดังตารางที่ 4.1) พบว่า

คะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านความสำคัญก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 2.05 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ .84 ($\overline{X}$ = 2.05 *SD* = .84) คะแนนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.42 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.86 ($\overline{X}$ = 4.42 *SD* = 1.86) ผลต่างคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 2.37 คะแนน จากคะแนนเต็ม 7 คะแนน จากการทดสอบค่าที พบว่า คะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านความสำคัญหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (t = 7.06 p = .000)

คะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านความสัมพันธ์ก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 1.84 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ .60 ($\overline{X}$ = 1.84 *SD* = .60) คะแนนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.89 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.32 ($\overline{X}$ = 2.89 *SD* = 1.32) ผลต่างคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 1.05 คะแนน จากคะแนนเต็ม 6 คะแนน จากการทดสอบค่าที พบว่า คะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านความสัมพันธ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (t = 3.61 p = .002)

คะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านหลักการก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 2.32 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ .92 ($\overline{X}$ = 2.32 *SD* = .94) คะแนนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.21 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.47 ($\overline{X}$ = 4.21 *SD* = 1.47) ผลต่างคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 1.89 คะแนน จากคะแนนเต็ม 7 คะแนน จากการทดสอบค่าที พบว่า คะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านหลักการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (t = 6.02 p = .000)

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีก เรื่อง แหล่งน้ำและลมฟ้าอากาศ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับกิจกรรมการพัฒนาสมองทั้งสองซีก (n=19)

ความสามารถในการแก้ปัญหา	n	$\overline{X}$	S.D.	t	(p)
ก่อนเรียน	19	7.95	2.39	4.30*	.000
หลังเรียน	19	9.75	2.01		

**p < .05*

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีก เรื่อง แหล่งน้ำและลมฟ้าอากาศ พบว่า คะแนนก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 7.95 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.39 ($\overline{X}$ = 7.95 *SD* = 2.39) คะแนนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.75 ส่วน

เบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.01 ($\overline{X}$ = 9.75 *SD* = 2.01) เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยการทดสอบค่าที พบว่า คะแนนหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนแบบสืบเสาะหา ความรู้ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีก เรื่อง แหล่งน้ำและลมฟ้าอากาศ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (t = 4.30 p = .000) แสดงว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีก หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

บทที่ 5
สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง “ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีกเรื่อง แหล่งน้ำและลมฟ้าอากาศ ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเครือข่ายพัฒนาคุณภาพการศึกษาท้ายเหมือง 3 จังหวดพังงา” สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะได้ดังนี้

1. สรุปการวิจัย

1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.1.1 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีก

1.1.2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีก

1.2 วิธีการดำเนินวิจัย

1.2.1 ประชากร คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มโรงเรียนในเครือข่ายพัฒนาคุณภาพการศึกษาท้ายเหมือง 3 จังหวัดพังงา ปีการศึกษา 2562 มีจำนวน 5 โรงเรียน จำนวนนักเรียน 286 คน

1.2.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนบ้านพอแดง จังหวัดพังงา จำนวน 19 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

1.2.3 เครื่องมือการวิจัย เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มีรายละเอียดดังนี้

1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีก เรื่อง แหล่งน้ำและลมฟ้าอากาศ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 11 แผนการเรียนรู้ ใช้เวลา 18 ชั่วโมง

2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

(1) แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ แบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก กำหนดค่าคะแนนเป็น ตอบถูก ได้ 1 คะแนน ตอบผิด ได้ 0 คะแนน จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยาก 0.32 – 0.60 ค่าอำนาจจำแนก 0.22 – 0.69 มีค่าความเที่ยงของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.83

(2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นแบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก กำหนดค่าคะแนนเป็น ตอบถูก ได้ 1 คะแนน ตอบผิด ได้ 0 คะแนน จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยาก 0.24 – 0.50 ค่าอำนาจจำแนก 0.20 – 0.56 มีค่าความเที่ยงของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.78

1.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1.3.1 ดำเนินการทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test) โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา จำนวน 20 ข้อ ตามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

1.3.2 ดำเนินการทดลองจัดกิจกรรมการสอนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีกที่สร้างขึ้น โดยใช้เวลาทดลอง 3 สัปดาห์ๆ ละ 6 ชั่วโมง รวม 18 ชั่วโมง

1.3.3 ดำเนินการทดสอบหลังเรียน(Post Test) กับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกันกับทดสอบก่อนเรียน

1.3.4 ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

1.4 วิเคราะห์ข้อมูล

1.4.1 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้(5E)ร่วมกับการพัฒนาสมองสองซีก โดยการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มสัมพันธ์กัน (t-test for dependent samples)

1.4.2 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแนวคิดการพัฒนาสมองสองซีก โดยการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มสัมพันธ์กัน(t-test for dependent samples)

1.5 ผลการวิจัย

1.5.1 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีกสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.5.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีกสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05

2. อภิปรายผล

จากการวิจัยครั้งนี้ อภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

2.1 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีกสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีก เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นการเรียนรู้ที่ครูจัดสถานการณ์หรือกิจกรรมที่เป็นกระบวนการคิดเพื่อให้ผู้เรียนค้นหาความรู้ได้อย่างมีหลักการและมีเหตุผล โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีการตั้งคำถามหรือสมมติฐานขึ้นมา และทดสอบโดยให้ผู้เรียนใช้ประสบการณ์หรือความรู้เดิมกับการคิดอย่างมีเหตุผลมาประกอบ (สุรางค์ สากร, 2537, น.133) ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration) และ ขั้นที่ 5 ประเมิน (Evaluation) ในแต่ละขั้นของการสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนได้ฝึกใช้ความคิดวิเคราะห์อยู่เป็นระยะ ได้แก่ วิเคราะห์ความสำคัญเพื่อกำหนดและทำความเข้าใจกับปัญหาในขั้นสร้างความสนใจ วางแผนศึกษาค้นคว้า วิเคราะห์หลักการเพื่อสร้างคำอธิบายและลงสรุป และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความรู้ในขั้นขยายความรู้ ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์นี้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิลา สงอาจินต์ (2551) ที่ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้มีความคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เช่นเดียวกับ พิชญะ กันธิยะ และคณะ (2559) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์โดยใช้การ

จัดการเรียนรู้แบบบันได 5 ขั้น วิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบันได 5 ขั้นมีทักษะการคิดวิเคราะห์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นอกจากนี้ กิจกรรมพัฒนาสมองสองซีกที่นำมาใช้ร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น มีส่วนส่งเสริมให้ความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีกเป็นการจัดกิจกรรมให้นักเรียนใช้สมองทั้งซีกซ้ายและซีกขวาสลับกันไป เป็นการจัดกิจกรรมที่หลากหลายให้สอดคล้องกับการทำงานของสมอง ทำให้ผู้เรียนเกิดความท้าทาย เรียนด้วยความสนุกสนานเพลิดเพลิน ต่อเนื่องเป็นเวลานาน เป็นการเรียนรู้โดยธรรมชาติ ส่งผลให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถเต็มตามศักยภาพของตนเอง (เธียร พานิช, 2544, น. 31) และการที่บุคคลสามารถใช้สมองทั้งสองซีกทำงานได้อย่างเท่าเทียมกัน จะทำให้บุคคลนั้นสามารถคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และแก้ปัญหาได้ดีกว่าบุคคลที่ถนัดใช้สมองซีกใดซีกหนึ่งในการทำงาน (ปัญจนาฏ วรวัฒนชัย, 2559, น. 5)

2.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีกสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนค้นหาความจริงโดยการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นการสอนที่เน้นพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วย เน้นกิจกรรมของผู้เรียน มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดหาเหตุผล ลงมือปฏิบัติ สำรวจ ตรวจสอบด้วยตนเอง การทำกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น เท่ากับผู้เรียนได้ฝึกทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับ กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2544, น. 36) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผล จนค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยครูตั้งคำถามประเภทกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ความคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้เอง และสามารถนำวิธีการแก้ปัญหานั้นมาแก้ปัญหาได้ ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศศิธร เจียมโคกสูง (2552, น. 47) ได้ศึกษาผลการใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนตำบลโครกกรวด อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีคะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) อัตราพัฒนาการด้านทักษะการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนของนักเรียนโดยใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

เพิ่มขึ้น 0.80 คะแนนต่อครั้งจากคะแนนเต็ม 10 คะแนน และ 3) ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้อยู่ในระดับมากที่สุด

นอกจากนี้ การนำกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีกมาบูรณาการกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ช่วยเสริมการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา เนื่องจากกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีกเป็นการกำหนดให้ผู้เรียนทำกิจกรรมที่ใช้สมองซีกซ้ายและซีกขวาสลับกันไป การที่บุคคลสามารถใช้สมองทั้งสองซีกทำงานได้อย่างเท่าเทียมกัน จะทำให้บุคคลนั้น สามารถคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และแก้ปัญหาได้ดีกว่าบุคคลที่ถนัดใช้สมองซีกใดซีกหนึ่งในการทำงาน (ปัญจนาฏ วรวัฒนชัย, 2559, น. 5) ผลการวิจัยสอดคล้องกับงานของ กันติกาน สืบกินร (2551, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การเรียนรู้แบบ 4 MAT พบว่า นักเรียนมีผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องสารในชีวิตประจำวัน ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 มีคะแนนหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.5 มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ตรูเนตร อัชสวัสดิ์ (2542, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการสอนโดยใช้กิจกรรม 4 MAT และการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการสอนแบบ 4 MAT กับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิลา สงอาจินต์ (2551:บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ดังนั้น การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกิจกรรมการพัฒนาสมองสองซีกจึงเป็นกิจกรรมการเรียนรู้มุ่งให้ผู้เรียนค้นหาความจริงโดยการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นการสอนที่เน้นพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วย เน้นกิจกรรมของผู้เรียน มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดหาเหตุผล ลงมือปฏิบัติ สำรวจ ตรวจสอบด้วยตนเอง ตามแนวคิดรูปแบบการสอน 4 MAT ที่เน้นการพัฒนาการสมองทั้งสองซีก ซีกซ้ายและซีกขวาอย่างสมดุล เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เป็นไปตามที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

(2560, บทนำ) ได้กำหนดไว้ว่า การจัดการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องเรียนเป็นพื้นฐาน เพื่อให้สามารถนำความรู้นี้ไปใช้ในการดำรงชีวิตหรือศึกษาต่อในวิชาชีพที่ต้องใช้วิทยาศาสตร์ได้ โดยจัดเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาแต่ละสาระในแต่ละระดับชั้น ให้มีการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการเรียนรู้ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญ ทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้

3. ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อจัดการเรียนการสอนและวิจัยครั้งต่อไป

3.1 ข้อเสนอแนะโดยทั่วไป

3.1.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีกต้องมีการจัดระบบการเรียนรู้ให้เป็นไปตามขั้นตอน ควรมีการวางแผนให้สอดคล้องกับกิจกรรมสมองสองซีก เนื้อหา และเวลาอย่างชัดเจน

3.1.2 ครูต้องศึกษาบทบาทหน้าที่ของตนเองในทุกขั้นตอนเพื่อให้การจัดการเรียนการสอนเป็นไปอย่างราบรื่นและมีประสิทธิภาพ

3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

3.2.1 ควรมีการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการสอนหรือรูปแบบการสอนอื่นๆ ที่แตกต่างในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อศึกษาว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ประยุกต์ใช้กับรูปแบบการสอนอื่นหรือจัดการเรียนรู้อื่นๆ

3.2.2 ควรมีการทดลองนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกันกิจกรรมการพัฒนาสมองสองซีกไปปรับปรุงแล้วนำไปทดลองใช้กับรายวิชาอื่นๆ

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กมลรัตน์ หล้าสุวงษ์. (2523). *จิตวิทยาการศึกษา.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหามกุฏราชวิทยาลัย.

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2542). *กระบวนการเรียนรู้และยุทธศาสตร์การเรียนรู้.* กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุปแมนเนจเมนท์.

_____. (2543). *เอกสารชุดเทคนิคการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นสำคัญการบูรณาการ.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์การศาสนา กรมศาสนา.

_____. (2545). *หลักสูตรสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุงพ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.* กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2539). *เทคนิควิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อขับเคลื่อนจุดเน้นการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กระแส มิฆะเนตร. (2546). *ผลการสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดเชิงวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมปีที่ 4 โรงเรียนบ้านลำดวน จังหวัดสุรินทร์.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

กันติกาน สืบกินร. (2551). *การศึกษาผลการเรียนรู้ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม.

กัลยา สุวรรณแสง. (2540). *จิตวิทยาทั่วไป*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: อักษรพิทยา.

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2544). *ลายแทงนักคิด.* กรุงเทพฯ: ซัคเซสมีเดีย.

_____. (2545). *การคิดสร้างสรรค์.* กรุงเทพฯ: ซัคเซสมีเดีย.

_____. (2546). *การคิดเชิงสังเคราะห์.* กรุงเทพฯ: ซัคเซสมีเดีย.

เกสร สุนทรวัฒน์และคณะ. (2560). การพัฒนาแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาการอนุรักษ์ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 2. *วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ*, 7(2), 50-61. สืบค้นจาก http://e-jodil.stou.ac.th/545.pdf.

ขวัญหญิง ทิพแก้วและพงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ. (2555). การสอนและการเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์. *วารสารปาริชาต ฉบับพิเศษ*, (22),75-83.

ชวัลรัตน์ แจ่มสุข. (2548). *ผลการใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนนาคดีอนุสรณ์ จังหวัดสมุทรปราการ.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

ดรุณี พรายแสงเพ็ชร. (2548). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเผชิญสถานการณ์.* (ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

ดลยา แตงสมบูรณ์. (2551). *การศึกษาผลการพัฒนาการคิดวิเคราะห์โดยใช้กิจกรรมการแสวงหาและค้นพบความรู้ด้วยตัวเองประกอบการประเมินตามสภาพจริง สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3.* (ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

ดอกไม้ สุวรรณ์สาร. (2556). *ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้กลวิธีการสอนทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3โรงเรียนบุ่งคล้านคร จังหวัดบึงกาฬ.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

ตรูเนตร อัชชสวัสดิ์. (2542). *การศึกษาผลการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรม 4MAT และการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษา.* (ปริญญานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, กรุงเทพฯ.

ทิศนา แขมมณี. (2540). *การคิดและการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิด.* กรุงเทพฯ: โครงการพัฒนาการเรียนการสอน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี.

_____. (2545). *ศาสตร์การสอน.* กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

_____. (2557). *ศาสตร์การสอน.* กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธัญมา หลายพัฒน์. (2550*). วิธีการสอนแบบ 4MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เพศศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5*. (ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

เธียร พานิช. (2544). *4 MAT การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับธรรมชาติการเรียนรู้ของผู้เรียน.* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สายส่งศึกษิต เคล็ดไทย.

นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ และประจวบจิตร คำจัตุรัส. (2555). การนำความรู้ชีววิทยาและเคมีมาจัดการเรียนการสอน. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาชีววิทยาและเคมีสำหรับครู.* หน่วยที่ 15. นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

นิคม ปิยมโนชา. (2547). *การคิดและการสอนเพื่อพัฒนาการคิด.* สืบค้นจาก http://smc.ssk.ac.th/intranet/mc41/more/think01.htm.

บุญชม ศรีสะอาด. (2553). *การวิจัยเบื้องต้น.* (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ปัญจนาฏ วรวัฒนชัย. (2559). กลไลสมองสองซีกกับความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์. *วารสารสารสนเทศ*, 15(2), 1-11.

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2551). *การพัฒนาการคิด.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119 เทคนิคพริ้นติ้ง.

พัชรีวัลย์ เกตุแก่นจันทร์. (2544). *การบริหารสมอง.* กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมเนจเม้นท์.

พรพิไล เลิศวิชา. (2552). *ท่องโลก*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

พรรณี ชูทัย เจนจิต. (2538). *จิตวิทยาการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ต้นอ้อแกรมมี่.

พิชญะ กันธิยะ และคณะ. (2559). การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบบันได 5 ขั้น วิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. *วารสารบัณฑิตวิจัย*, 7(2), 137-150.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2544). *การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : แนวคิด วิธี และเทคนิคการสอน 1*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.

ราชบัณฑิตยสถาน. (2546). *พจนานุกรมฉบับเฉลิมพระเกียรติ พ.ศ. 2530.* (พิมพ์ครั้งที่ 11). กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2537). *การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา.* เชียงใหม่: เชียงใหม่คอมเมอร์เชียล.

_____. (2542). *แนวทางการสอนวิทยาศาสตร์.* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.

มังกร ทองสุขดี. (2522). *การวางแผนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ: บัวหลวงการพิมพ์.

รุจิรัตน์ บัวลา. (2546). *การพัฒนาโปรแกรมฝึกอบรมครู เรื่อง การประยุกต์ใช้ผลงานวิจัยทางสมองในการจัดการเรียนการสอน.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ล้วนสายยศ และอังคณาสายยศ. (2538). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา.* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

_____. (2539). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้.* กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

วารี ถิระจิตร. (2534). *การพัฒนาการสอนสังคมศึกษาระดับประถมศึกษา.* กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิจารณ์ พานิช. (2555). *วิถีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์.* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรีสฤษดิ์วงศ์.

วัชรา เล่าเรียนดี. (2547). *เทคนิควิธีจัดการเรียนรู้สำหรับครูมืออาชีพ.* นครปฐม:โครงการส่งเสริมการผลิตตำราและเอกสารการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

_____. (2548). *เทคนิคและยุทธ์วิธีพัฒนาทักษะการคิด การจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ.* นครปฐม: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ศศิธร เจียมโคกสูง. (2552). *ผลการใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนตำบลโคกกรวด อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

ศศิวิมล สนิทบุญ. (2559). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับการใช้คำถามเชิงวิเคราะห์ที่มีต่อมโนทัศน์และการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ฟิสิกส์อะตอม.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิยาลัยบูรพา, ชลบุรี.

ศิริพิมล หงษ์เหม. (2555). *การพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และคุณลักษณะใฝ่เรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม.

ศิลา สงอาจินต์. (2551). *ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยทักษิณ, สงขลา.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546*). การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สม สุจีรา. (2552). *เดอะท๊อปซีเคร็ตซ ความลับสู่ความสำเร็จ.* กรุงเทพฯ: อมรินทร์ธรรมะ.

สมคิด พรมจุ้ย. (2557). การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. ใน *ประมวลสาระชุดวิชา สารัตถะและวิทยวิธีทางวิทยาศาสตร์.* (ฉบับปรับปรุง ครั้งที่ 1). นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

สมจิต สวธนไพบูลย์. (2527). *วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม.* กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สมใจ มีสมวิทย์. (2548). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบอริยสัจ 4.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

สมนึก ภัททิยธนี. (2546). *การวัดผลการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กาฬสินธุ์: ประสานการพิมพ์.

สมโภช อเนกสุข. (2553). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). ชลบุรี: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

สารภี เทพคงคา. (2556). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการและแบบสืบเสาะหาความรู้.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา, สงขลา.

สิริกาญจน์ ธนวุฒิพรพินิต. (2553). *การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, กรุงเทพฯ.

สิริวรรณ ตะรุสานนท์. (2542). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษาโดยการจัดกิจกรรมการสอนแบบ 4 MAT กับการจัดกิจกรรมการสอนแบบวิธีการทางวิทยาศาสตร์.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, กรุงเทพฯ.

สุกัญญา ยุติธรรมนนท์. (2539). *ผลของการใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาอนาคตตามแนวคิดของทอร์แรนซ์ที่มีต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

สุปราณี จิราณรงค์. (2547). *รายงานการวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1ในกลุ่มวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต โดยการสอนตามแนวคิดของ เลคิร์นเบร์ก*. กรุงเทพฯ: โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายประถม) คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุรางค์ สากร. (2537). พฤติกรรมการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต: วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏจันทรเกษม.

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). *21 วิธีจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด.* กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.

_____. (2547). *กลยุทธการสอนคิดวิเคราะห์.* กรุงเทพฯ : ดวงกมลสมัย.

สุวรรณี แสงอาทิตย์, ธัญพร ชื่นกลิ่น และ ชุติมา เทียนชัยทัศน์. (2016). *ผลการสอนแบบ 4MAT ต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษาพยาบาลศาสตรบัณฑิต ชั้นปีที่ 3วิทยาลัยพยาบาลพระจอมเกล้า จังหวัดเพชรบุรี. Journal of Health Science Research*, 10(2), 82-91.

เสน่ห์ ทิมสุกใส. (2542). *พฤติกรรมการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต.* นครราชสีมา: โปรแกรมวิชาการประถมศึกษา คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏนครราชสีมา.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2561). *สภาวะการศึกษาไทย ปี 2559/2560 แนวทางการปฏิรูปการศึกษาไทยเพื่อก้าวหน้าสู่ยุค Thailand 4.0*. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.

อมรรัตน์ มุสิกะโรจน์. (2557). *ผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนตะเครียะวิทยาคม จังหวัดสงขลา.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

อรรณพ ชุ่มเพ็งพันธ์. (2550). *การพัฒนาผลการเรียนรู้ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม.

อาภรณ์ ชูดวง. (2535). *การสร้างแบบทดสอบเอ็มอีคิว วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางพยาบาลของนักศึกษาพยาบาล.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

อัจฉรา จันหา. (2549). *การศึกษาผลการเรียนรู้ และความสามารถในการแก้ปญหา โดยการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การจัดการสิ่งแวดล้อม.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม.

อุษณีย์ โพธิ์สุข. (2537). *สร้างลูกให้เป็นอัจฉริยะ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ผู้จัดการ.

Appell, C. J. (1991). The effect of the 4MAT system of instruction on academic achievement and attitude in the elementary music classroom (Four MAT). *Dissertation abstracts international*. 52 (11). 3851–A.

Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals.* New York, NY: Longmans, Green.

Bruner, J. S. (1966). Toward a theory of instruction. Cambridge, MA: Harvard University Press.

_____. (1971). The relevance of education. New York: Norton.

Carin, Arthur, and Robert B. Sund. (1975). Teaching science through discovery. Columbus: Charles E. Merrill publishing.

Elkhonon, G., Kenneth, P. & Marks, L. (1994). Lateralization of frontal lobe functions and cognitive novelty. *Journal of Neuropsychiatry*, 6(4), 371-378.

Gagne, R.M. (1977). The conditions of earning. 3rd Edition. New York: Holt, Rinehart, and Winston.

Good, C.V. (1973). *Dictionary of education*. 3rd ed. New York: McGraw-Hill.

Guilford, J.P. (1956). The structure of intellect. Psychological Bulletin, 53, 267-293.

_____. (1971). *Analysis of intelligence*. New York: McGraw-Hill.

Kuslan, L.I., & Stones, A. H. (1968). Teaching children science: an inquiry approach. Belmont, CA: Wadsworth Publishing.

McCarthy, B., & Morris, S. (1990). 4 MAT in action I and II. Barrington. USA: Excel.

McCarthy, B. (1997). A tale of four learners: 4 MAT learning styles. In Eric accession NISE discover. Retrieved from htpps://sites.google.com/site/prapasara/y3.

National Research Council. (2000). Inquiry and the national science education standards. Washington DC: National Academy Press.

Piaget, J. (1962). The language and thought of the child. London: Routledge & Kegan Paul.

Reber, A.S. (1985). Dictionary of Psychology. New York: Penguin Books.

Renner, John W. and Don G. Stafford (1972). Teaching science in the secondary school. New York: Harper & Row.

Tallent, M.K. (1985). The Future Problem Solving Program: An Investigation of Effects on Problem Solving Ability. *Dissertation Abstracts International*. 2(8)

Theodore, J.V. (1997). *Roger Wolcott Sperry 1913-1994*. Washington D.C.: National Academies Press.

Wallas, G. (1926). *The art of thought*. New York: Harcourt Brace.

Weir, J.J. (1974). Problem solving is everybody's problem. *The Science Teacher*, 4, 16-18.

Whitman, R.D., Holcomb, E., & Zanes, J. (2010). Hemispheric collaboration in creative subjects: Cross-Hemisphere priming in a lexical decision task. *Creativity Research Journal*, 22(2), 109-118.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

1. ดร.ศิริวรรณ ฉัตรมณีรุ่งเจริญ
   สถานที่ทำงาน : สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต
   วุฒิการศึกษา : 1. ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)
   2. วิทยาศาสตรบัณฑิต (ชีววิทยา)
   ประสบการณ์หรือความชำนาญ : ประสบการณ์สอนระดับอุดมศึกษา 8 ปี
   : ประสบการณ์การทำงานวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา
   : วิทยากรทางด้านสะเต็มศึกษา, PISA และทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาให้ครูและนักเรียนในจังหวัดภูเก็ตและจังหวัดใกล้เคียง
   : อาจารย์นิเทศและที่ปรึกษานักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู
2. นางจรรยา วรรัตน์
   สถานที่ทำงาน : โรงเรียนชุมชนวัดแสนตุ้ง จังหวัด ตราด
   วุฒิการศึกษา : 1. ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)
   2. ศึกษาศาสตรบัณฑิต (การประถมศึกษา)

   ประสบการณ์หรือความชำนาญ : ประสบการณ์สอน 22 ปี
   : ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
   : ประสบการณ์การทำงานสอนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
3. นางพิมนุชา อู๊ดเจริญ
   สถานที่ทำงาน : โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ หอวัง จังหวัดนนทบุรี
   วุฒิการศึกษา : 1. ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)
   2. ศึกษาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์-ชีววิทยา)

   ประสบการณ์หรือความชำนาญ : ประสบการณ์สอน 9 ปี
   : วิทยาศาสตร์พื้นฐาน
   : วิยาศาสตร์เพิ่มเติม ระดับมัธยม

ภาคผนวก ข

การหาประสิทธิภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตารางที่ 1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) -ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดเคราะห์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			IOC	ผลการพิจารณา
	คนที่ 1	**คนที่ 2**	**คนที่ 3**		
1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2	0	1	0	0.33	ตัดทิ้ง
3	1	1	1	1.00	ใช้ได้
4	1	1	1	1.00	ใช้ได้
5	0	1	0	0.33	ตัดทิ้ง
6	1	1	1	1.00	ใช้ได้
7	1	1	1	1.00	ใช้ได้
8	1	1	1	1.00	ใช้ได้
9	1	1	1	1.00	ใช้ได้
10	1	1	1	1.00	ใช้ได้
11	1	1	1	1.00	ใช้ได้
12	1	1	0	0.67	ใช้ได้
13	1	1	1	1.00	ใช้ได้
14	0	1	0	0.33	ตัดทิ้ง
15	1	1	1	1.00	ใช้ได้
16	1	1	1	1.00	ใช้ได้
17	0	1	0	0.33	ตัดทิ้ง
18	1	1	1	1.00	ใช้ได้
19	1	1	1	1.00	ใช้ได้
20	1	1	0	0.67	ใช้ได้
21	1	1	0	0.67	ใช้ได้
22	1	1	0	0.67	ใช้ได้
23	1	1	1	1.00	ใช้ได้
24	1	1	1	1.00	ใช้ได้
25	1	1	0	0.67	ใช้ได้
26	1	0	1	0.67	ใช้ได้

ตารางที่ 2 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความความสามารถการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			IOC	ผลการพิจารณา
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2	0	1	1	1.00	ใช้ได้
3	1	1	1	1.00	ใช้ได้
4	1	1	1	1.00	ใช้ได้
6	1	1	1	1.00	ใช้ได้
6	1	1	1	1.00	ใช้ได้
7	1	1	1	1.00	ใช้ได้
8	1	1	1	1.00	ใช้ได้
9	1	1	1	1.00	ใช้ได้
10	1	1	1	1.00	ใช้ได้
11	0	1	0	0.33	ตัดทิ้ง
12	1	1	0	0.67	ใช้ได้
13	1	1	1	1.00	ใช้ได้
14	1	1	1	1.00	ใช้ได้
15	1	1	1	1.00	ใช้ได้
16	1	1	1	1.00	ใช้ได้
17	0	1	0	0.33	ตัดทิ้ง
18	1	1	1	1.00	ใช้ได้
19	1	1	1	1.00	ใช้ได้
20	0	1	0	0.33	ตัดทิ้ง
21	1	1	0	0.67	ใช้ได้
22	1	1	0	0.67	ใช้ได้
23	1	1	1	1.00	ใช้ได้
24	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	p	q	pq	ความยาก	แปลผล	อำนาจจำแนก	แปลผล
1	0.90	0.05	0.05	0.60	ยากพอเหมาะ	0.59	ดี
2	0.80	0.15	0.45	0.52	ยากพอเหมาะ	0.47	ดีมาก
3	0.50	0.45	0.23	0.40	ยากพอเหมาะ	0.45	ดีมาก
4	0.60	0.35	0.21	0.40	ยากพอเหมาะ	0.45	ดีมาก
5	0.50	0.45	0.23	0.40	ยากพอเหมาะ	0.28	ดี
6	0.45	0.50	0.23	0.36	ค่อนข้างยาก	0.39	ดีมาก
7	0.50	0.45	0.23	0.36	ค่อนข้างยาก	0.22	พอใช้
8	0.55	0.40	0.22	0.44	ยากพอเหมาะ	0.69	ดีมาก
9	0.55	0.40	0.22	0.44	ยากพอเหมาะ	0.34	ดี
10	0.50	0.45	0.23	0.40	ยากพอเหมาะ	0.28	พอใช้
11	0.50	0.45	0.23	0.32	ค่อนข้างยาก	0.33	ดี
12	0.40	0.55	0.22	0.36	ค่อนข้างยาก	0.39	ดี
13	0.40	0.55	0.22	0.32	ค่อนข้างยาก	0.33	ดี
14	0.40	0.55	0.22	0.32	ค่อนข้างยาก	0.33	ดี
15	0.45	0.50	0.23	0.40	ยากพอเหมาะ	0.63	ดีมาก
16	0.45	0.50	0.23	0.36	ค่อนข้างยาก	0.56	ดีมาก
17	0.50	0.45	0.23	0.48	ยากพอเหมาะ	0.40	ดีมาก
18	0.65	0.30	0.20	0.48	ยากพอเหมาะ	0.58	ดีมาก
19	0.60	0.35	0.21	0.48	ยากพอเหมาะ	0.40	ดีมาก
20	0.55	0.40	0.22	0.44	ยากพอเหมาะ	0.51	ดีมาก
ผลรวม	-	-	4.08	-	-	-	-

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์ความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	p	q	pq	ความยาก	แปลผล	อำนาจจำแนก	แปลผล
1	0.57	0.43	0.25	0.44	ยากพอเหมาะ	0.51	ดีมาก
2	0.40	0.60	0.24	0.44	ยากพอเหมาะ	0.51	ดีมาก
3	0.53	0.47	0.25	0.36	ค่อนข้างยาก	0.56	ดีมาก
4	0.63	0.37	0.23	0.24	ค่อนข้างยาก	0.38	ดี
5	0.70	0.30	0.21	0.28	ค่อนข้างยาก	0.44	ดีมาก
6	0.53	0.47	0.25	0.28	ค่อนข้างยาก	0.44	ดีมาก
7	0.67	0.33	0.22	0.32	ค่อนข้างยาก	0.50	ดีมาก
8	0.47	0.53	0.25	0.29	ค่อนข้างยาก	0.31	ดี
9	0.70	0.30	0.21	0.24	ค่อนข้างยาก	0.38	ดี
10	0.50	0.50	0.25	0.28	ค่อนข้างยาก	0.44	ดีมาก
11	0.57	0.43	0.25	0.36	ค่อนข้างยาก	0.39	ดี
12	0.37	0.63	0.23	0.36	ค่อนข้างยาก	0.39	ดี
13	0.43	0.57	0.25	0.28	ค่อนข้างยาก	0.44	ดีมาก
14	0.70	0.30	0.21	0.32	ค่อนข้างยาก	0.33	ดี
15	0.30	0.70	0.21	0.4	ยากพอเหมาะ	0.28	พอใช้
16	0.50	0.50	0.25	0.50	ยากพอเหมาะ	0.31	ดี
17	0.53	0.47	0.25	0.32	ค่อนข้างยาก	0.33	ดี
18	0.50	0.50	0.25	0.24	ค่อนข้างยาก	0.20	พอใช้
19	0.23	0.77	0.18	0.28	ยากพอเหมาะ	0.26	พอใช้
20	0.37	0.63	0.23	0.44	ยากพอเหมาะ	0.20	พอใช้
ผลรวม	-	-	4.33	-	-	-	-

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทั้งฉบับโดยใช้สูตร KR-20

$$\text{K.R.}20 = \frac{n}{(n-1)}\left[1-\frac{\sum pq}{s^2}\right]$$

$$= \frac{20}{20-1}\left[1-\frac{4.15}{18.53}\right]$$

$$= 0.83$$

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถการแก้ปัญหาทางการเรียนวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับโดยใช้สูตร KR-20

$$\text{K.R.}20 = \frac{n}{(n-1)}\left[1-\frac{\sum pq}{s^2}\right]$$

$$= \frac{20}{20-1}\left[1-\frac{3.91}{15.14}\right]$$

$$= 0.78$$

ภาคผนวก ค

ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีก
เรื่อง แหล่งน้ำ และลมฟ้าอากาศ

ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองทั้งสองซีก

ด้านความสำคัญ

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
					95% Confidence Interval of the Difference				
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper			
Pair 1	post - pre	2.368	1.461	.335	1.664	3.073	7.066	18	.000

ด้านความสัมพันธ์

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
					95% Confidence Interval of the Difference				
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper			
Pair 1	posttest - pretest	1.053	1.268	.291	.441	1.664	3.618	18	.002

ด้านหลักการ

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
					95% Confidence Interval of the Difference				
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper			
Pair 1	post - pre	1.895	1.370	.314	1.234	2.555	6.028	18	.000

ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ภาพรวม ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีก

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
					95% Confidence Interval of the Difference				
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper			
Pair 1	posttest - pretest	5.316	2.945	.676	3.896	6.735	7.868	18	.000

ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีก

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
					95% Confidence Interval of the Difference				
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper			
Pair 1	posttest - pretest	1.842	1.864	.428	.944	2.740	4.308	18	.000

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียน – หลังเรียน(ภาพรวม) โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีกของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (n=19)

นักเรียนคนที่	**คะแนนสอบ (คะแนนเต็ม20 คะแนน)**		**คะแนนพัฒนา (+ -)**	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	(D)	$(D)^2$
1	12	17	5	25
2	6	10	2	4
3	7	9	2	4
4	4	9	5	25
5	6	9	3	9
6	7	17	10	100
7	4	15	11	121
8	7	14	7	49
9	6	8	1	1
10	6	7	1	1
11	6	9	3	9
12	7	12	5	25
13	5	13	6	36
14	5	8	3	9
15	6	13	7	49
16	7	10	3	9
17	5	10	5	25
18	9	19	10	100
19	3	10	7	49
รวม	118.00	219.00	96.00	650.00
$\overline{X}$	6.21	11.53	5.32	
S.D.	1.91	3.39	2.95	

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านความสำคัญก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (n=19)

นักเรียนคนที่	คะแนนสอบ(คะแนนเต็ม7 คะแนน)		ค่าการพัฒนา (+ -)	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	(D)	$(D)^2$
1	4	7	3	9
2	3	6	3	9
3	2	4	2	4
4	1	2	1	1
5	2	2	0	0
6	3	6	3	9
7	1	6	5	25
8	2	6	4	16
9	1	2	1	1
10	2	2	0	0
11	2	3	1	1
12	3	6	3	9
13	2	6	4	16
14	2	3	1	1
15	2	6	2	4
16	2	4	2	4
17	1	3	2	4
18	3	7	4	16
19	1	3	2	4
รวม	39	84	43	133
$\overline{X}$	2.05	4.42	2.37	
S.D.	0.85	1.87	1.41	

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านความสัมพันธ์ ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีกของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (n=19)

นักเรียนคนที่	**คะแนนสอบ(คะแนนเต็ม 6 คะแนน)**		**คะแนนพัฒนา (+ -)**	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	(D)	$(D)^2$
1	3	4	1	1
2	2	2	0	0
3	2	2	0	0
4	1	2	1	1
5	2	1	-1	1
6	2	5	3	9
7	1	3	2	4
8	2	2	0	0
9	2	3	1	1
10	2	1	-1	1
11	2	4	2	4
12	2	2	0	0
13	1	3	2	4
14	2	2	0	0
15	2	4	2	4
16	2	3	1	1
17	1	2	1	1
18	3	6	3	9
19	1	4	3	9
รวม	35	55	20	50
$\bar{X}$	1.84	2.89	1.05	
S.D.	0.59	1.29	1.32	

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านหลักการ ก่อนเรียน และหลังเรียนโดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (n=19)

นักเรียนคนที่	คะแนนสอบ(คะแนนเต็ม7 คะแนน)		คะแนนพัฒนา (+ -)	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	(D)	$(D)^2$
1	5	6	1	1
2	1	2	1	1
3	3	3	0	0
4	2	5	2	4
5	2	6	4	16
6	2	6	4	16
7	2	6	4	16
8	3	6	3	9
9	3	3	1	1
10	2	4	2	4
11	2	2	0	0
12	2	4	2	4
13	2	4	2	4
14	1	3	2	4
15	2	3	1	1
16	3	3	0	0
17	3	5	2	4
18	3	6	3	9
19	1	3	2	4
รวม	44.00	80.00	36.00	98.00
$\overline{X}$	2.32	4.21	1.89	
S.D.	0.92	1.44	1.25	

ตารางที่ 9 เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (n=19)

นักเรียนคนที่	คะแนนสอบ (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)		การหาค่าความต่าง	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	D2
1	8	10	2	4
2	7	8	1	1
3	10	12	2	4
4	4	4	0	0
5	5	10	5	25
6	8	9	1	1
7	11	14	3	9
8	8	9	1	1
9	8	9	1	1
10	12	14	2	4
11	9	10	1	1
12	6	10	4	16
13	5	9	4	16
14	8	7	-1	1
15	9	8	-1	1
16	9	9	0	0
17	7	11	4	16
18	8	13	5	25
19	9	10	1	1
รวม	151	186	35	127
$\overline{X}$	7.95	9.79	1.84	
S.D.	1.96	2.33	1.81	

ภาคผนวก ง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 1

หน่วยการเรียนที่รู้ที่ 5 แหล่งน้ำและลมฟ้าอากาศ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
เรื่อง แหล่งน้ำบนโลก และประเภทของแหล่งน้ำในท้องถิ่น จำนวน 2 ชม.
โดยใช้ แผนการจัดเรียนรู้แบบ 5E ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีก

มาตรฐาน ว ๓.๒ เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด

ป.5/1 เปรียบเทียบปริมาณน้ำในแต่ละแหล่ง และระบุปริมาณน้ำที่มนุษย์สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้จากข้อมูลที่รวบรวมได้

จุดประสงค์การเรียนรู้สู่ตัวชี้วัด

1. บอกแหล่งน้ำที่เกิดจากธรรมชาติได้ (K)
2. บอกประโยชน์ของแหล่งน้ำที่เกิดจากธรรมชาติ (K)
3. สืบค้นเกี่ยวกับประเภทของแหล่งน้ำจากธรรมชาติได้(P)
4. เป็นคนช่างสังเกต ช่างคิดช่างสงสัย และเป็นผู้ที่มีความกระตือรือร้นในการเสาะแสวงหาความรู้(A)

สาระการเรียนรู้

1. ความรู้

โลกมีทั้งน้ำจืดและน้ำเค็มซึ่งอยู่ในแหล่งน้ำต่าง ๆ ที่มีทั้งแหล่งน้ำผิวดิน เช่น ทะเล มหาสมุทร บึง แม่น้ำ และแหล่งน้ำใต้ดิน เช่น น้ำในดิน และ น้ำบาดาล น้ำทั้งหมดของโลกแบ่งเป็นน้ำเค็ม ประมาณร้อยละ ๙๗.๕ ซึ่งอยู่ในมหาสมุทร และแหล่งน้ำอื่น ๆ และที่เหลืออีกประมาณ ร้อยละ ๒.๕ เป็นน้ำจืด ถ้าเรียงลำดับปริมาณ น้ำจืดจากมากไปน้อยจะอยู่ที่ ธารน้ำแข็ง และ พืดน้ำแข็ง น้ำใต้ดิน ชั้นดินเยือกแข็งคงตัวและน้ำแข็ง ใต้ดิน ทะเลสาบ ความชื้นในดิน ความชื้นใน บรรยากาศ บึง แม่น้ำ และน้ำในสิ่งมีชีวิต

การใช้ประโยชน์ของแหล่งน้ำ มีดังนี้ ใช้ในการทำเกษตรกรรม การเพาะปลูก การเลี้ยงสัตว์ ใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้า เป็นแหล่งทรัพยากรและแร่ธาตุ เช่น ปิโตรเลียม ดีบุก ทองแดง ฯลฯ ใช้ในการคมนาคมและการขนส่ง เป็นแหล่งอาหารและใช้เป็นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเค็ม ใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมการผลิตกระดาษ อุตสาหกรรมแร่ เป็นต้น เป็นสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ เช่น ริมชายหาดทะเล

2. ทักษะ / กระบวนการ / กระบวนการคิด

1. ทักษะการจำแนกประเภท
2. ทักษะการวิเคราะห์
3. ทักษะการสรุป

3. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ใฝ่เรียนรู้
2. มุ่งมั่นในการทำงาน

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (engagement) (5 นาที)

1. นักเรียนฟังเรื่องราวสร้างจินตนาการจากสถานการณ์ โดยตั้งใจและตอบคำถาม

(การสร้างจินตนาการ-สมองซีกขวา)

ในหมู่บ้านแห่งหนึ่งติดกับชายทะเลอันดามัน มีแก้วและกล้า ซึ่งเป็นลูกหลานในหมู่บ้านแห่งนี้ ทุกเสาร์ อาทิตย์ ทั้งสองคน เดินขายห่อหมก อยู่มาวันหนึ่ง

แก้วถามแม่ว่า : ห่อหมกที่เราขายทำมาจากอะไรค่ะ ซึ่งแก้วเกิดข้อสงสัย เป็นปลาชนิดใด อาศัยอยู่ที่แหล่งน้ำส่วนใดในหมู่บ้าน

แม่ : แก้วและกล้าว่าแต่ละวันจะทำห่อหมกปลา ห่อหมกปู ซึ่งปูและปลาบางชนิดได้จากทะเล และปลาบางชนิดได้จากหนอง คลอง บึง ในหมู่บ้านของเรา

กล้า : แล้วแหล่งน้ำที่ในหมู่บ้านของเรามีกี่ประเภท ปลาที่เป็นส่วนประกอบของห่อหมกมันหลากหลาย สามารถนำมาทำประโยชน์อีกหลายอย่างน่ะแม่

แม่ : หากสงสัยแบบนี้ลูกๆลองเดินสำรวจตอนเดินไปขายห่อหมกนะว่าในหมู่บ้านของเรา มีแหล่งน้ำสามารถแบ่งออกเป็นประเภทใดบ้าง ถ้าอยากได้คำตอบชัดเจนลองถามคุณครูดู น่ะ

2. คำถามกระตุ้นความคิดนักเรียนดังนี้ คำถามกระตุ้นการคิด**(การคิดวิเคราะห์-สมองซีกซ้าย)**

- จากเรื่องราวหมู่บ้านของแก้วและกล้ามีแหล่งน้ำอะไรบ้าง
- นักเรียนรู้หรือไม่ว่า แหล่งน้ำสามารถจัดประเภทจากปลาในการทำห่อหมกมีลักษณะของแหล่งน้ำได้อย่างไร
- โลกของเราเป็นดาวดวงสีอะไร และทำไมถึงเป็นสีฟ้า สีฟ้าเป็นส่วนประกอบใดบนโลก

ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (exploration) (20 นาที)

1. นักเรียนจับคู่กับเพื่อนในชั้นเรียน ตามความสมัครใจ จากนั้นครูนำลูกโลกจำลอง มาให้นักเรียนสังเกต สืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ วีดีทัศน์ เรื่อง แหล่งน้ำบนโลก แล้วให้นักเรียนแต่ละคู่ช่วยกันเปรียบเทียบส่วนที่เป็นพื้นน้ำ พื้นดิน และระบุแหล่งน้ำที่ตนเองรู้จักมาให้มากที่สุด แล้วช่วยกันจำแนกประเภทของแหล่งน้ำเหล่านั้น โดยอาจตั้งเกณฑ์ในการจำแนก เช่น น้ำจืดและน้ำเค็ม น้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน แหล่งน้ำธรรมชาติ แหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น เป็นต้น ซึ่งเป็นการฝึกนักเรียนแยกแยะเปรียบเทียบสิ่งต่าง ๆ **(คิดวิเคราะห์และหาเหตุผล-สมองซีกซ้าย)**

   (หมายเหตุ : ครูเริ่มประเมินนักเรียน โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม)
2. นักเรียนวาดภาพและระบายสีแหล่งน้ำบนโลกและบอกประเภทของแหล่งน้ำ ตั้งเกณฑ์ในการจำแนก ตามที่นักเรียนสนใจ **(การจินตภาพ-สมองซีกขวา)**

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (explanation) (20 นาที)

1. ตัวแทนนักเรียนของแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรมวาดภาพและระบายสีแหล่งน้ำบนโลกและบอกประเภทของแหล่งน้ำหน้าชั้นเรียน เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง **(ภาษาและการสื่อสาร-สมองซีกซ้าย)**

   นักเรียนร่วมกันสรุปข้อมูลความรู้เกี่ยวกับแหล่งน้ำบนโลกและประเภทของแหล่งน้ำตามธรรมชาติให้ได้ประเด็นตามจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยตอบคำถามในใบงานที่ 1 เรื่อง แหล่งน้ำในท้องถิ่น (บรรยากาศในหมู่บ้านของนักเรียน) **(การเขียนสื่อสารความคิด-สมองซีกซ้าย) (การคิดภาพรวม-สมองซีกขวา)**

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (elaboration) (10 นาที)

1. นักเรียนเขียนเป็นแผนผังความคิด เพิ่มเติมลงไปในงานเดิม เรื่อง แหล่งน้ำบนโลกและประเภทของแหล่งน้ำตามธรรมชาติ พร้อมบอกประโยชน์จากแหล่งน้ำ **(การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์,หลักการ -สมองซีกซ้าย)**
2. นำชิ้นงานจัดทำป้ายนิเทศเผยแพร่ความรู้ต่อไป **(การทำป้ายนิเทศ- สมองซีกขวา)**

ขั้นที่ 5 ประเมิน (evaluation) (5 นาที) **(ตรรกะและการใช้เหตุผล-สมองซีกซ้าย)**

1. นักเรียนประเมินผลป้ายนิเทศของแต่ละกลุ่มและบอกความสัมพันธ์ของแหล่งน้ำสู่ประโยชน์ที่ใช้ได้ในชีวิตประจำวันของนักเรียน
2. ประเมินผล โดยการสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม พฤติกรรมการทำงานรายบุคคล พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม และจากการนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน
3. ตรวจสอบผลการทำใบงานที่ 1 เรื่อง เรื่อง แหล่งน้ำในท้องถิ่น

สื่อ / แหล่งการเรียนรู้

1. วีดีโอ เรื่อง แหล่งน้ำบนโลก
2. สิ่งแวดล้อมรอบภายในโรงเรียน

ใบงานที่ 1 เรื่อง แหล่งน้ำในท้องถิ่น

คำชี้แจง ให้นักเรียนหาความหมายและตอบคำถามแหล่งน้ำบนโลกและประเภทแหล่งน้ำของท้องถิ่นต่อไปนี้

1. แหล่งน้ำตามธรรมชาตินำใช้ประประโยชน์ได้อย่างไร และสามมารถจำแนกออกเป็นกี่ประเภท ได้แก่อะไรบ้าง

.....

.....

.....

2. **แหล่งน้ำบนดินหรือน้ำแหล่งผิวดิน**

.....

.....

.....

3. **แหล่งน้ำใต้ดิน**

.....

.....

.....

4. จงคำต่อไปนี้เติมในช่องว่างให้ถูกต้อง

น้ำบนดินและน้ำผิวดิน **น้ำใต้ดิน**

4.1 ทะเล.....

4.2 บึง.....

4.3 แม่น้ำ .....

4.4 น้ำบาดาล.....

ความรู้เพิ่มเติม

แหล่งน้ำตามธรรมชาติ

แหล่งน้ำตามธรรมชาติ หมายถึง แหล่งน้ำที่เกิดขึ้นจากการกระทำของธรรมชาติ นักธรณีวิทยาแบ่งออกเป็น น้ำผิวดินน้ำใต้ดินและน้ำในอากาศ

1. น้ำบนดินหรือน้ำผิวดิน เป็นแหล่งน้ำที่มีปริมาณมากที่สุดในโลก คือมีถึง 99.3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำทั้งหมดได้แก่ น้ำในทะเล มหาสมุทร ทะเลสาบ แม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง โดยทั่วไปน้ำผิวดินมักไม่ค่อยสะอาดเนื่องจากมีสารหลายชนิดรวมตัวอยู่กับน้ำ ซึ่งอาจอยู่ในลักษณะสารแขวนลอยทำให้น้ำมีลักษณะขุ่นเป็นตะกอน

2. น้ำใต้ดิน เป็นแหล่งน้ำที่อยู่ใต้ผิวดิน มีอยู่ประมาณ 0.6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเกิดจากน้ำบนผิวดินไหลซึมผ่านชั้นดินลงไปกักเก็บอยู่ใต้ผิวดิน ส่วนน้ำในแหล่งน้ำนี้มักจะใสเพราะสารแขวนลอยต่าง ๆ จะถูกชั้นดินและหินช่วยกรองเอาไว้คงเหลือแต่สารที่ละลายน้ำได้ น้ำใต้ดิน แบ่งออกเป็น

2.1 น้ำในดิน เป็นน้ำที่อยู่ใต้ผิวดินเหนือชั้นหิน ซึ่งน้ำส่วนใหญ่ซึมผ่านได้ยาก น้ำจะขังอยู่รวมกันอยู่ในบริเวณนั้น เราเรียกระดับน้ำตอนบนสุดของน้ำในดินที่ว่านี้ ระดับน้ำในดิน ซึ่งระดับน้ำดังกล่าวในพื้นที่แต่ละแห่งจะไม่เท่ากันและไม่คงที่ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนและสภาพภูมิประเทศบริเวณนั้น

2.2 น้ำบาดาล เป็นน้ำใต้ดินทที่ซึมผ่านชั้นหินที่มีรูพรุนลงไปขังอยู่ในช่องว่าของชั้นหินอยู่ลึกกว่าน้ำในดิน มีความใสมากกว่าน้ำในดิน ไม่มีอินทรีย์สารเจือปน แต่มีแร่ธาตุต่าง ๆ ละลายปนอยู่มาก ระดับบนสุดของน้ำบาดาลเรียกว่า ระดับน้ำบาดาล ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลหรือตามปริมาณการเพิ่มและการสูญเสียน้ำ การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำบาดาลจะเปลี่ยนไปช้ากว่าระดับน้ำในดิน

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3
แผนการจัดเรียนรู้แบบ 5e เชื่องโยงกับแนวคิด 4 MAT

หน่วยการเรียนที่รู้ที่ 6 แหล่งน้ำและลมฟ้าอากาศ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
เรื่อง วัฏจักรของน้ำ จำนวน 2 ชม.
โดยใช้ แผนการจัดเรียนรู้แบบ 5E ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีก

มาตรฐาน ว ๓.๒ เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด

ป.5/3 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการหมุนเวียนของน้ำในวัฏจักรของน้ำ

จุดประสงค์การเรียนรู้สู่ตัวชี้วัด

1. อธิบายการหมุนเวียนของน้ำในวัฏจักรน้ำได้ (K)
2.ปฏิบัติกิจกรรมเพื่อสร้างแบบจำลองและใช้แบบจำลองอธิบายการเกิดวัฏจักรน้ำได้อย่างถูกต้อง และเป็นลำดับขั้นตอน (P)
3. เป็นคนช่างสังเกต ช่างคิดช่างสงสัย และเป็นผู้ที่มีความกระตือรือร้นในการเสาะแสวงหาความรู้ (A)

สาระการเรียนรู้

1. ความรู้

วัฏจักรน้ำ เป็นการหมุนเวียนของน้ำที่มีแบบรูปซ้ำเดิม และต่อเนื่องระหว่างน้ำในบรรยากาศ น้ำผิวดิน และน้ำใต้ดิน ซึ่งพฤติกรรมในการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์จะส่งผลต่อวัฏจักรน้ำ

2. ทักษะ / กระบวนการ / กระบวนการคิด

1. ทักษะการจำแนกประเภท
2. ทักษะการวิเคราะห์
3. ทักษะการสรุป

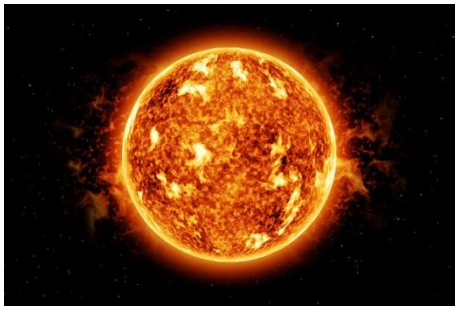
3. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ใฝ่เรียนรู้
2. มุ่งมั่นในการทำงาน

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (engagement) (5 นาที)

1. นำเข้าสู่บทเรียนจากการสร้างสถานการณ์โดยครูเปิดเสียงฝนตกและครูถือร่มเดินมาในห้องเรียน **(จินตนาการ-สมองซีกขวา)**
2. คำถามกระตุ้นความคิดนักเรียนดังนี้ **(คิดวเคราะห์-สมองซีกซ้าย)**
   - นักเรียนเห็นและได้ยินอะไรบ้างจากสถานการณ์เบื้องต้น (ครูถือร่ม เสียงลม ฝน พายุ)
   - นักเรียนรู้หรือไม่ว่าจากเสียงที่ได้ยินน่าจะเป็นปรากฏการณ์ใด(ปรากฏการณ์ตามธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับวัฏจักรของน้ำ)
   - นักเรียนศึกษาบัตรภาพ โดยครูติดไว้บนกระดาน บัตรภาพแหล่งน้ำ ฝนตก และดวงอาทิตย์ และตอบคำถาม ดังนี้



- จากบัตรภาพทั้ง 3 ภาพ นักเรียนคิดว่าเกี่ยวข้องกันหรือไม่
- บัตรภาพทั้ง 3 ภาพ เกี่ยวข้องกันอย่างไรบ้าง

ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (exploration) (20 นาที)

1. นักเรียนแบ่งกลุ่ม โดยจับสลากแหล่งน้ำต่าง ๆ เช่น ทะเล มหาสมุทร แม่น้ำ และบึง นักเรียนแต่ละคนออกมาหยิบสลาก ซึ่งนักเรียนที่ได้ชื่อเดียวกันจะอยู่กลุ่มเดียวกัน แต่ละกลุ่มจะมีสมาชิกภายในกลุ่ม 4 คน **(การทำงานเป็นกลุ่ม-สมองซีกซ้าย)**
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มได้รับมอบหมายให้สืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ที่กำหนดให้ ในประเด็นดังนี้

วัฏจักรของน้ำ บันทึกในกระดาษ A4 **(คิดวิเคราะห์-สมองซีกซ้าย)**

https://www.youtube.com/watch?v=zxYSAMmJ5SU

https://www.youtube.com/watch?v=E7124Mg7Bew

3. นักเรียนในแต่ละกลุ่มนำแหล่งน้ำที่จับสลากได้มาประกอบการแต่งเรื่องราว ในประเด็นวัฏจักรน้ำ ลงในกระดาษ A4 **(จินตนาการ การสร้างเรื่อง-สมองซีกขวา)**

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (explanation) (20 นาที)

1. ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกนำเสนอผลการทำกิจกรรมเล่าเรื่องราวหน้าชั้นเรียน และตรวจสอบความถูกต้อง **(ภาษาและการสื่อสาร-สมองซีกซ้าย)**
2. นักเรียนร่วมกันสรุปความรู้เกี่ยวกับ วัฏจักรของน้ำ มีกระบวนการอย่างไร ให้ได้ประเด็นตามจุดประสงค์การเรียนรู้ พร้อมทำใบงาน วิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรน้ำ **(การคิดวิเคราะห์-สมองซีกซ้าย)**
3. ครูอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับ เรื่อง วัฏจักรน้ำว่า “วัฏจักรน้ำ คือ การหมุนเวียนของน้ำอย่างไม่มีที่สิ้นสุด และเป็นการเปลี่ยนสถานะของน้ำ โดยอาศัยปัจจัยต่าง ๆ เช่น ความร้อน ลม ป่าไม้ เป็นต้น
4. นักเรียนสร้างแบบจำลอง เรื่อง วัฏจักรของน้ำ จากดินน้ำมันหรือวัสดุจากธรรมชาติที่ตามที่นักเรียนออกแบบ **(การสังเคราะห์-สมองซีกขวา)**

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (elaboration) (10 นาที)

1. นักเรียนแต่ละคนร่วมกันอภิปรายเพื่อหาคำตอบ ดังนี้ **(การวิเคราะห์-สมองซีกซ้าย)**
   - น้ำจากฟ้าที่ตกลงมาสู่พื้นผิวโลก จะถูกกักเก็บในแหล่งน้ำใดบ้าง
   - การหมุนเวียนของน้ำเรียกว่าอะไร
   - วัฏจักรน้ำ คืออะไร
   - การเกิดวัฏจักรของน้ำมีกี่ขั้นตอน อะไรบ้าง

2. เปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามเนื้อหาเกี่ยวกับ เรื่อง วัฏจักรน้ำ และให้ความรู้เพิ่มเติมจากคำถามของนักเรียน โดยครูใช้ **วิดีทัศน์ เรื่อง ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ** ในการอธิบายเพิ่มเติม https://www.youtube.com/watch?v=E7124Mg7Bew **(การคิดเชื่องโยงรายละเอียด-สมองซีกซ้าย)**
3. นักเรียนนำความรู้เกี่ยวกับการเกิดวัฏจักรน้ำและการเกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติมาเพิ่มเติมดัดแปลงลงในแบบจำลอง วัฏจักรน้ำ จากดินน้ำมันหรือวัสดุจากธรรมชาติที่ตามที่นักเรียนออกแบบ **(การสังเคราะห์ -สมองซีกขวา)**

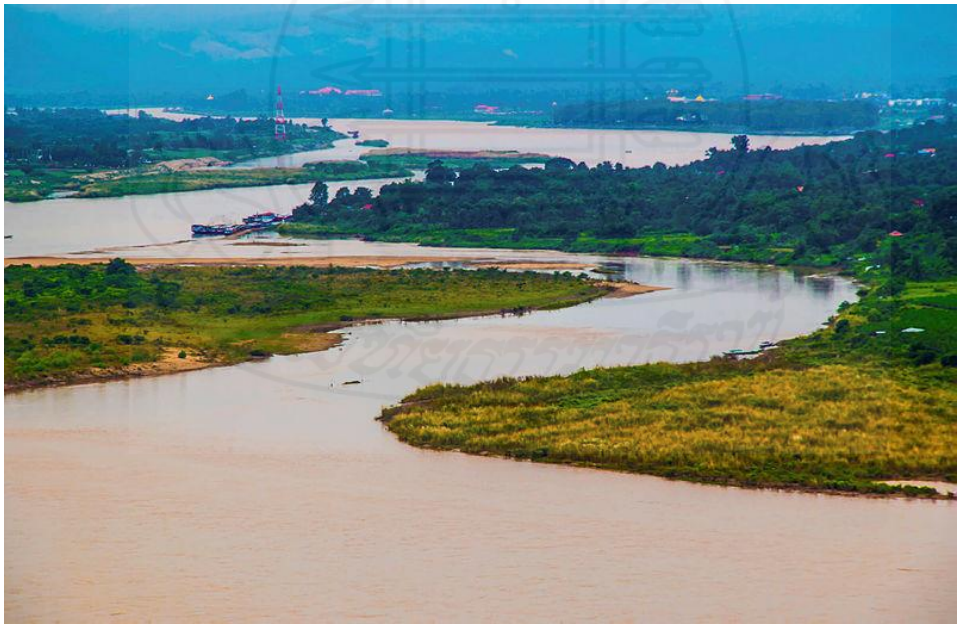
ขั้นที่ 5 ประเมิน (evaluation) (5 นาที) **(ตรรกะและการใช้เหตุผล -สมองซีกซ้าย)**

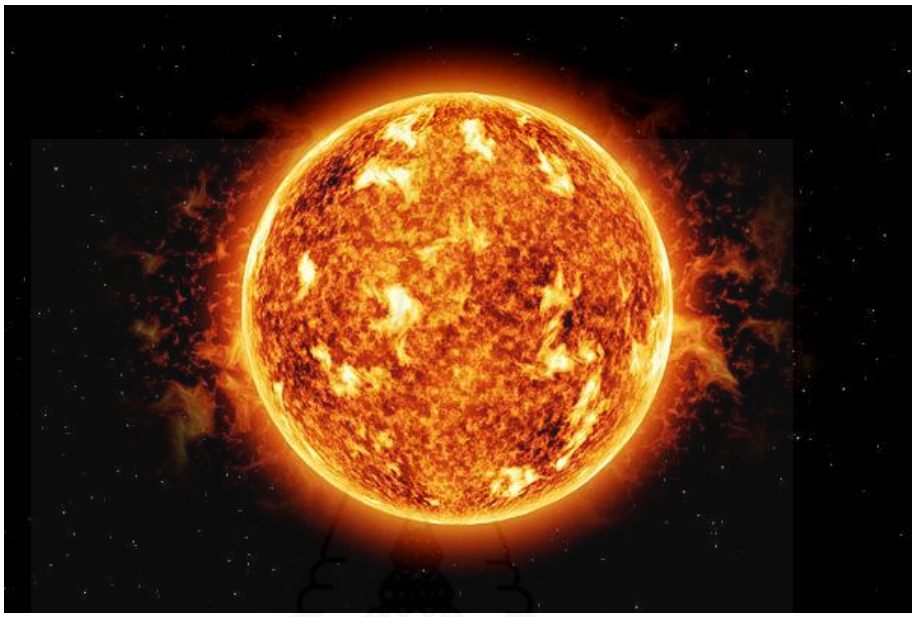
1. ครูสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะทำงานร่วมกันสังเกตการตอบคำถามของนักเรียนในชั้นเรียน
2. นักเรียนประเมินชิ้นงาน วัฏจักรน้ำ จากดินน้ำมัน

สื่อ / แหล่งการเรียนรู้

3. วิดีทัศน์ เรื่อง วัฏจักรของน้ำ
4. วิดีทัศน์ เรื่อง ปรากฏการณ์ธรรมชาติ
5. ดินน้ำมัน
6. ใบงาน เรื่อง วัฏจักรน้ำ
7. สิ่งแวดล้อมรอบภายในโรงเรียน

บัตรภาพแหล่งน้ำ ฝนตก และดวงอาทิตย์





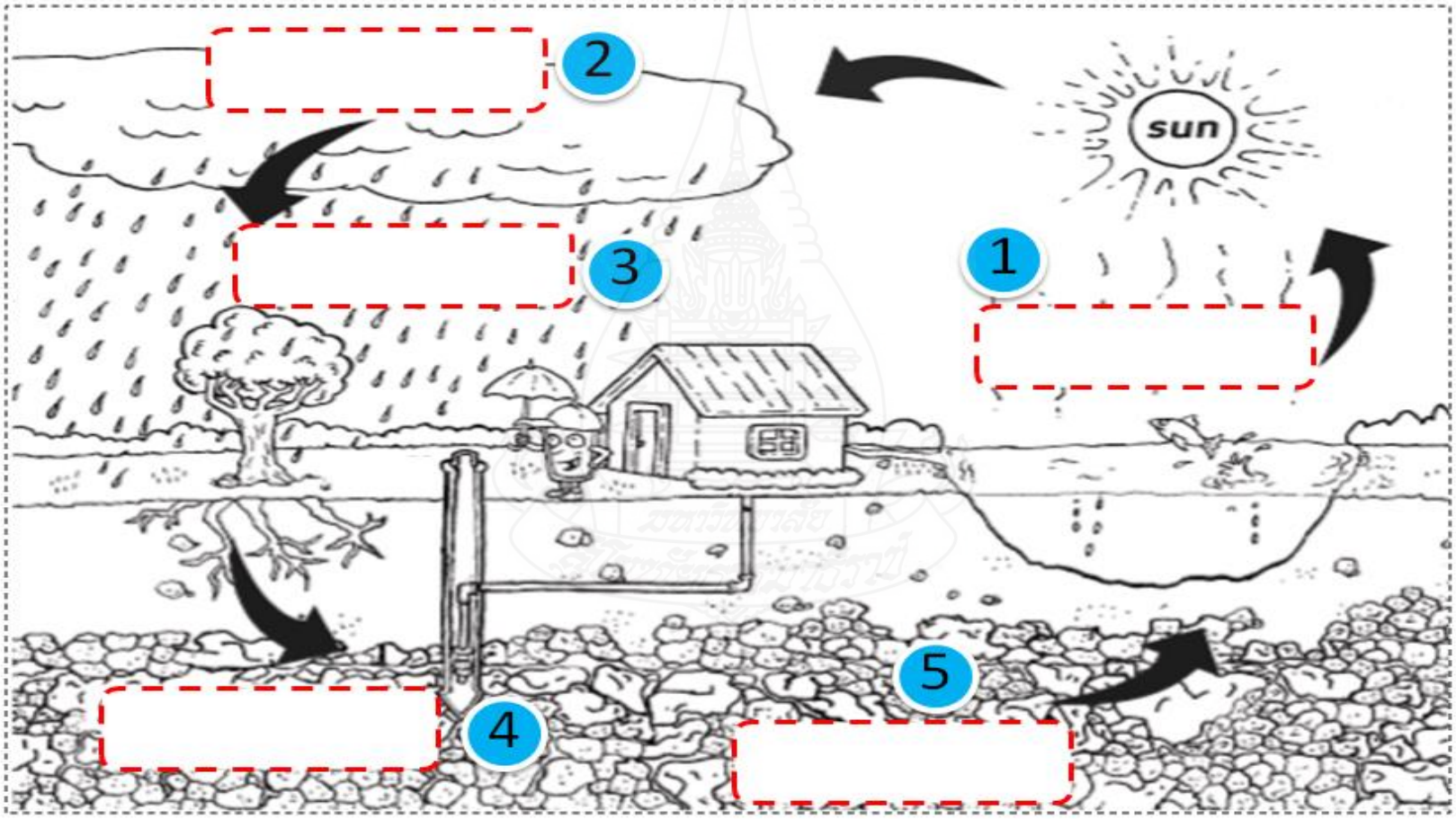
สลากแหล่งน้ำต่าง ๆ

ทะเล	บึง
แม่น้ำ	มหาสมุทร

ใบงานที่ 2

ใบงานวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัฏจักรของน้ำ

ชื่อ.....นามสกุล.....



แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5
แผนการจัดเรียนรู้แบบ 5e เชื่องโยงกับแนวคิด 4 MAT

หน่วยการเรียนที่รู้ที่ 5 แหล่งน้ำและลมฟ้าอากาศ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

เรื่อง การหมุนเวียนของวัฏจักรน้ำ จำนวน 1 ชม.

โดยใช้ แผนการจัดเรียนรู้แบบ 5E ร่วมกับกิจกรรมพัฒนาสมองสองซีก

มาตรฐาน ว ๓.๒ เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด

ป.5/3 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการหมุนเวียนของน้ำในวัฏจักรของน้ำ

จุดประสงค์การเรียนรู้สู่ตัวชี้วัด

1. อธิบายการหมุนเวียนของน้ำในวัฏจักรของน้ำ(K)
2. ทดลองปรากฏการณ์ตามธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับวัฏจักรของน้ำ (P)
3. เป็นคนช่างสังเกต ช่างคิดช่างสงสัย และเป็นผู้ที่มีความกระตือรือร้นในการเสาะแสวงหาความรู้ (A)

สาระการเรียนรู้

1. ความรู้

น้ำได้รับความร้อนจะระเหยจากผิวน้ำหรือผิวดินขึ้นสู่อากาศ เมื่อกระทบกับอากาศที่เย็นจะควบแน่นเป็นละอองน้ำเล็ก ๆ ลอยในอากาศ ถ้าลอยเหนือพื้นดินเรียกว่า หมอก ถ้าเกิดในที่สูงรวมกันอยู่เป็นกลุ่มก้อน เรียกว่า เมฆ เมื่อเมฆรวมกันในปริมาณมากจะรวมตัวเป็นหยดน้ำกลายเป็นฝน และตกกลับลงมาบนพื้นดิน

ขึ้นสู่บรรยากาศ

2. **ทักษะ / กระบวนการ / กระบวนการคิด**

1.ทักษะการวิเคราะห์

2.ทักษะการสื่อความหมาย

3.ทักษะการสรุป

3. **คุณลักษณะอันพึงประสงค์**

1.ใฝ่เรียนรู้

2.มุ่งมั่นในการทำงาน

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (engagement) (10 นาที)

3. นักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับเรื่อง วัฏจักรน้ำ โดยดูแผนภาพวัฏจักรของน้ำ **(ความจำ-สมองซีกซ้าย) (จินตภาพ-สองซีกขวา)**

4. นักเรียนตอบคำถาม โดยถามคำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียนเพื่อนำเข้าสู่กิจกรรม **(วิเคราะห์-สมองซีกซ้าย)**

▪ วัฏจักรของน้ำเกิดขึ้นได้อย่างไร **(วัฏจักรของน้ำเกิดจากการระเหย และการควบแน่นของน้ำ)**

ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (exploration) (25 นาที)

4. นักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มได้รับมอบหมายให้สืบค้นข้อมูล จากแหล่งเรียนรู้ที่ครูกำหนดให้ ในประเด็นดังนี้ **(ภาษาและการสื่อสาร-สมองซีกซ้าย)**

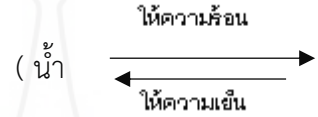
▪ การหมุนเวียนในวัฏจักรของน้ำ

5. นักเรียนศึกษาวิธีทำกิจกรรม ใบงานที่ 3 การเคลื่อนที่ของน้ำในวัฏจักรของน้ำให้เข้าใจเพื่อทำไปใช้ในปฏิบัติการทดลองอย่างถูกต้อง **(การคิดละเอียดละออ-สมองซีกขวา)**

6. นักเรียนทำการทดลองในกิจกรรมใบงานที่ 3 การเคลื่อนที่ของน้ำในวัฏจักรน้ำ เพื่อบ่งชี้ความเข้าใจการเกิดวัฏจักรน้ำเกี่ยวกับการหมุนเวียนของน้ำ **(วิเคราะห์-สมองซีกซ้าย)**

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (explanation) (25 นาที)

5. ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง **(ภาษาและการสื่อสาร-สมองซีกซ้าย)**
6. นักเรียนร่วมกันอธิบายและชี้แจงแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับผลการทำกิจกรรม โดยครูถามคำถามหลังทำกิจกรรมดังนี้ แผนภาพการเปลี่ยนสถานะของน้ำและไอน้ำมีลักษณะอย่างไร **(การสังเคราะห์แผนภาพ-สมองซีกขวา)**



แผนภาพ การเปลี่ยนสถานะของน้ำและไอน้ำ

นักเรียนสรุปผลการทดลองได้ว่าอย่างไร (เมื่อน้ำได้รับความร้อนจะระเหยเป็นไอน้ำและเมื่อไอน้ำในอากาศได้รับความเย็นก็จะกลั่นตัวเป็นน้ำ**(การวิเคราะห์-สมองซีกซ้าย)**

7. จากนั้นนักเรียนตอบคำถามหลังทำกิจกรรมในใบงานที่ 3 และฝึกนักเรียนถามคำถามตอบ ที่สงสัยด้วยการถามเพื่อนโดยไม่จำเป็นต้องถามครูอย่างเดียว และคำถามห้ามซ้ำกัน

(ความคิดหลากหลาย-สมองซีกขวา)

8. นักเรียนร่วมกันสรุปความรู้เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของน้ำในวัฏจักรน้ำให้ได้ประเด็นตามจุดประสงค์การเรียนรู้ **(การวิเคราะห์-สมองซีกซ้าย) (การคิดภาพรวม-สมองซีกขวา)**

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (elaboration) (15 นาที)

4. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิด เรื่อง ปรากฏการณ์ตามธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับการหมุนเวียนวัฏจักรของน้ำ ลงในกระดาษ A4**(จินตนาการ-สมองซีกขวา)**
5. นักเรียนจัดแสดงป้ายนิเทศเผยแผ่ความรู้ในห้องเรียน เรื่อง ปรากฏการณ์ตามธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับวัฏจักรของน้ำ **(การสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ-สมองซีกขวา)**

ขั้นที่ 5 ประเมิน (evaluation) (10 นาที) **(ตรรกะและการใช้เหตุผล-สมองซีกซ้าย)**

1. นักเรียนประเมินป้ายนิเทศ เรื่อง ปรากฏการณ์ตามธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับวัฏจักรของน้ำ
2. ประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนดังนี้ สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะทำงานร่วมกัน สังเกตการตอบคำถามของนักเรียนในชั้นเรียน
3. ตรวจสอบ ใบงานที่ 3 เรื่อง การเคลื่อนที่ของน้ำในวัฏจักรน้ำ

สื่อ / แหล่งการเรียนรู้

1. แผนภาพวัฏจักรของน้ำ
2. สิ่งแวดล้อมรอบภายในโรงเรียน
3. ใบงานที่ 1 เรื่อง การเคลื่อนที่ของน้ำในวัฏจักรของน้ำ
4. บีกเกอร์
5. ถ้วยพลาสติกใส
6. น้ำร้อน
7. น้ำแข็ง

ใบงานที่ 3 เรื่อง การเคลื่อนที่ของน้ำในวัฏจักรน้ำ

วันที่ _____ เดือน _____ พ.ศ. _____

ชื่อ _____ ชั้น _____ เลขที่ _____

ได้คะแนน

.....

คะแนนเต็ม 10 คะแนน

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติ ดังนี้

1. อ่านวิธีทำกิจกรรมการทดลองให้เข้าใจ
2. ทำกิจกรรมและบันทึกผล
3. ตอบคำถามหลังทำกิจกรรม

วัสดุอุปกรณ์

1. บีกเกอร์ขนาด 600 ลูกบาศก์เซนติเมตร	1	ใบ
2. ถ้วยพลาสติกใสที่ปิดปากบีกเกอร์ได้	1	ใบ
3. น้ำร้อน	50	ลูกบาศก์เซนติเมตร
4. น้ำแข็ง		

กิจกรรมที่ 5 การเคลื่อนที่ของน้ำในวัฏจักรของ

วิธีทำ

1. ให้นักเรียนเติมน้ำร้อนปริมาตร 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในบีกเกอร์ขนาด 600 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2. ให้นักเรียนใส่น้ำแข็งลงในถ้วยพลาสติกใส จากนั้นวางลงบนบีกเกอร์ที่บรรจุน้ำร้อน ดังภาพสังเกตการเปลี่ยนแปลง บันทึกผล

ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงใน ○ หน้าข้อความที่เป็นผลการทำกิจกรรมที่สังเกตได้ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

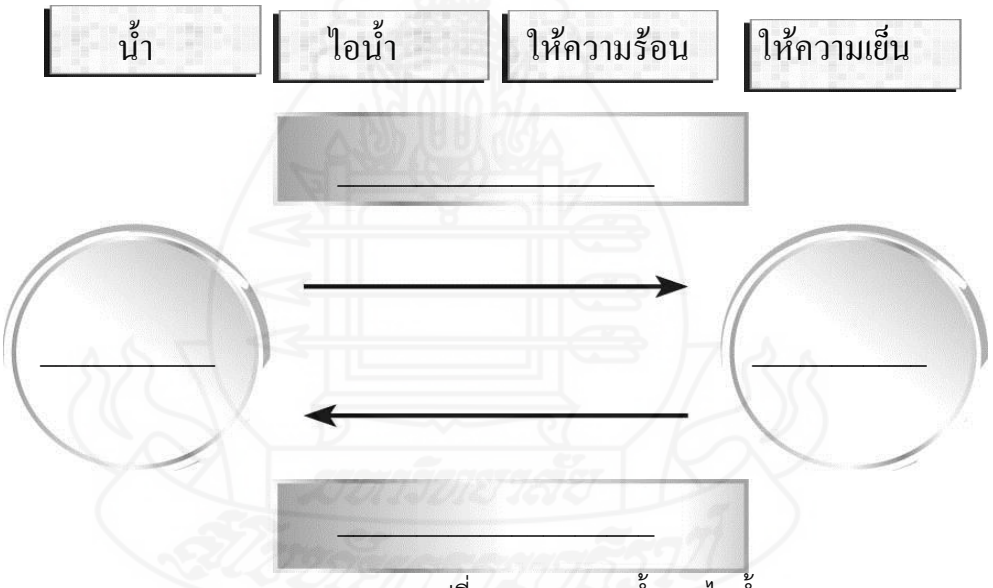
○ น้ำร้อนระเหยเป็นไอน้ำ

○ ไอน้ำจากน้ำร้อนเมื่อกระทบกับความเย็นจากน้ำแข็ง ทำให้เกิดละอองน้ำลอยในอากาศ

○ ละอองน้ำบางส่วนกลั่นตัวเป็นหยดน้ำตกลงมา

คำถามหลังทำกิจกรรม

1. ให้นักเรียนนำคำที่กำหนดให้ เขียนลงในช่องว่างในแผนภาพการเปลี่ยนสถานะของน้ำและไอน้ำให้ถูกต้อง



แผนภาพ การเปลี่ยนสถานะของน้ำและไอน้ำ

2. นักเรียนสรุปผลการทดลองได้ว่าอย่างไร

_____

_____

_____

แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง

1. แบบวัดฉบับนี้ใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหา แบบทดสอบมีทั้งหมด 5 สถานการณ์ ข้อคำถามทั้งหมด 20 ข้อ รวมคะแนนเต็ม 20 คะแนน ใช้เวลาทำ 45 นาที
2. คำถามในแบบวัดฉบับนี้เป็นแบบปรนัย ซึ่งประกอบไปด้วยสถานการณ์และตัวคำถามให้นักเรียนตอบคำถามในขอบเขตข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่กำหนดให้ตามสถานการณ์เท่านั้น นักเรียนต้องตอบให้ครบทุกข้อคำถามในข้อหนึ่งๆ จะตรวจให้คะแนนข้อละ 1 คะแนนเท่านั้น
3. แบบวัดฉบับนี้เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยกากบาท (X) ลงในช่อง ก ข ค ง ในกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่างการตอบข้างล่างนี้

ข้อ	ก.	ข.	ค.	ง.
00	X			

4. นักเรียนเขียนชื่อ-นามสกุล โรงเรียนลงในกระดาษคำตอบให้เรียบร้อย แล้วลงมือทำข้อสอบ

ข้อ	ก.	ข.	ค.	ง.
00	~~X~~			X

5. คำถามในแต่ละข้อมีคำตอบที่ถูกต้องที่สุด เพียงคำตอบเดียว ถ้าตอบเกินหนึ่งคำตอบหรือไม่ตอบเลยถือว่าไม่ได้คะแนนในข้อนั้น
6. แบบวัดนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัย ถ้านักเรียนทำด้วยความตั้งใจคะแนนที่ได้จะเป็นตัวบอกถึงความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนซึ่งจะเป็นผลต่อการดำรงชีวิตในอนาคต
7. ห้ามขีดเขียนหรือทำสัญลักษณ์ใด ๆ ลงในแบบวัด
8. เมื่อสอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว ขอความกรุณาให้นักเรียนนำแบบวัดพร้อมกระดาษคำตอบส่งคืนกับกรรมการผู้คุมห้องสอบ

จงอ่านข้อความและศึกษาข้อมูลที่กำหนดให้แล้วตอบคำถามข้อที่ 1- 4

<u>สถานการณ์ที่ 1</u> (ใช้ตอบคำถามข้อที่ 1-4)

โรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่งปล่อยน้ำทิ้งในบ่อพักน้ำทิ้งที่เตรียมบำบัดก่อนปล่อยออกสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งบ่อบำบัดนี้อยู่ใกล้ที่พักคนงาน ทำให้คนงานได้รับสารพิษ กลิ่น เสียงเครื่องจักร และบริโภคน้ำเข้าไป เมื่อได้รับเป็นเวลานาน ๆ เข้า จึงส่งผลให้ร่างกายมีอาการอ่อนเพลีย ปวดเมื่อยตามลำตัว มึนศีรษะ และบางรายถึงขั้นอาเจียนเป็นประจำ ในที่สุดคนงานก็ต้องย้ายออกจากโรงงานและบางคนก็ต้องไปรักษาตัวที่โรงพยาบาล

1. ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์นี้
   - ก. คนงานตกงาน ไม่มีรายได้
   - ข. คนงานมีอาการเจ็บป่วย
   - ค. คนงานต้องย้ายออกจากโรงงาน
   - ง. โรงงานปิดกิจการและปล่อยให้รกร้าง

2. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหานี้
   - ก. คนงานอยู่กันอย่างแออัด
   - ข. คนงานได้รับสารพิษจากบ่อพักน้ำทิ้ง
   - ค. เจ้าของโรงงานไม่เอาใจใส่ดูแลคนงาน
   - ง. โรงงานปล่อยสารปนเปื้อนลงแหล่งน้ำ

3. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร
   - ก. หาเงินทุนให้กับเจ้าของโรงงาน
   - ข. ถมบ่อน้ำทิ้งเพื่อสร้างที่อยู่ใหม่
   - ค. นำน้ำในบ่อและดินบริเวณโรงงานไปตรวจสอบ
   - ง. ปรับปรุงสิ่งแวดล้อมในโรงงานใหม่ให้อากาศถ่ายเทได้สะดวก

4. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร
   - ก. ทำให้คนงานมีที่อยู่อาศัยถูกสุขลักษณะ
   - ข. ทำให้คนงานได้รับความช่วยเหลือจากเจ้าของโรงงาน
   - ค. ทำให้ทราบว่าโรงงานสามารถดำเนินกิจการต่อไปหรือไม่
   - ง. ทำให้ทราบว่าการป่วยของคนงานเกิดจากสารพิษในโรงงานหรือไม่

จงอ่านข้อความและศึกษาข้อมูลที่กำหนดให้แล้วตอบคำถามข้อที่ 5 – 8

<u>สถานการณ์ที่ 2</u> (ใช้ตอบคำถามข้อที่ 5-8)

ดาว เป็นคนชอบต้นไม้มาก เธอมักจะใช้เวลาว่างปลูกต้นไม้เป็นประจำซึ่งทำให้บ้านของเธอสวยงาม ร่มรื่น สดชื่นและเย็นสบาย วันหยุดวันหนึ่ง ดาวได้จัดห้องนอนใหม่โดยได้นำกระถางต้นไม้มาวางไว้ในห้องนอนด้วย ทุกเช้าที่ดาวตื่นขึ้นมา จะรู้สึกว่าร่างกายอ่อนเพลีย มีอาการปวดศีรษะและหน้ามืดเป็นประจำ

5. ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์นี้
   ก. ดาวจัดห้องนอนใหม่
   ข. ดาวนำกระถางต้นไม้มาไว้ในห้องนอน
   ค. ดาวมีอาการอ่อนเพลีย ปวดศีรษะและหน้ามืด
   ง. ในห้องนอนของดาวมีก๊าซออกซิเจนน้อย
6. ข้อใดคือสาเหตุที่ทำให้ดาวมีร่างกายอ่อนเพลีย ปวดศีรษะและหน้ามืด
   ก. อากาศไม่เพียงพอต่อการหายใจ
   ข. ตอนกลางคืนต้นไม้คายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มาก
   ค. ต้นไม้ที่นำมาไว้ในห้องนอนมีขนาดใหญ่เกินไป
   ง. ก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องนอนไม่สมดุลกัน
7. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร
   ก. ไปพบแพทย์เพื่อรักษา
   ข. เปิดหน้าต่างในเวลากลางคืน
   ค. นำกระถางต้นไม้ออกจากห้องนอน
   ง. ควรเลือกต้นไม้ขนาดเล็กมาแทนต้นเดิม
8. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร
   ก. ดาวหายจากอาการอ่อนเพลีย
   ข. มีก๊าซออกซิเจนเพียงพอต่อการหายใจ
   ค. ได้ห้องที่สวยงามและมีอากาศเพียงพอต่อการหายใจ
   ง. ก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์มีปริมาณสมดุล

จงอ่านข้อความและศึกษาข้อมูลที่กำหนดให้แล้วตอบคำถามข้อที่ 9 - 12

<u>สถานการณ์ที่ 3</u> (ใช้ตอบคำถามข้อที่ 9-12)

ลำใยเป็นเด็กที่รักการอ่านหนังสือมาก คืนหนึ่งขณะที่ลำใยกำลังอ่านหนังสือเล่มโปรดอยู่หลอดไฟขนาด 20 วัตต์ที่ใช้อ่านหนังสือก็ดับลง ลำใยจึงไปซื้อหลอดไฟมาเปลี่ยนแต่หลอดไฟขนาด 20 วัตต์ ไม่มีจึงซื้อหลอดไฟขนาด 10 วัตต์ มาแทน เมื่ออ่านหนังสือต่อไปสัก 15 นาที มาลีเริ่มมีปวดเบ้าตา และขมับศีรษะ

9. ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์นี้
   - ก. ลำใยชอบอ่านหนังสือตอนกลางคืน
   - ข. ไฟที่ลำใยใช้อ่านหนังสือดับ
   - ค. ลำใยมีอาการปวดเบ้าตาและขมับศีรษะ
   - ง. ลำใยเปลี่ยนหลอดไฟ
10. ข้อใดคือสาเหตุที่ทำให้มาลีปวดเบ้าตา และขมับศีรษะ
   - ก. ลำใยเริ่มมีปัญหาทางสายตา
   - ข. ลำใยเครียดจากการอ่านหนังสือ
   - ค. ลำไยไม่ชินกับแสงสว่างของหลอดไฟดวงใหม่
   - ง. แสงสว่างของหลอดไฟใหม่ไม่เพียงพอกับการอ่านหนังสือ
11. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร
   - ก. เปลี่ยนหลอดไฟให้สว่างขึ้น
   - ข. ใส่แว่นตาเวลาอ่านหนังสือ
   - ค. ไม่ควรอ่านหนังสือดึกเกินไป
   - ง. ควรพักสายตาบ้างขณะอ่านหนังสือ
12. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร
   - ก. ลำใยมีสายตาที่ดีขึ้น
   - ข. ลำใยเลิกอ่านหนังสือ
   - ค. ลำใยอ่านหนังสือได้ในวันรุ่งขึ้น
   - ง. ในห้องมีแสงสว่างเหมาะสมแก่การอ่านหนังสือ

<u>สถานการณ์ที่ 4</u> (ใช้ตอบคำถามข้อที่ 13-16)

โรงอาหารของโรงเรียน ก ตั้งอยู่ใกล้ถังขยะ โต๊ะที่รับประทานอาหารสกปรกมาก มีแมลงวันบินตอมจานอาหารที่วางอยู่บนโต๊ะ ร้านค้าที่ขายอาหารก็ไม่มีภาชนะคลุมอาหาร นักเรียนไม่ช่วยรักษาความสะอาด เมื่อรับประทานอาหารเสร็จแล้ว ไม่นำจานไปเก็บในที่จัดเตรียมไว้ให้ ต่อมาปารกฏว่ามีนักเรียนป่วยด้วยโรคท้องร่วงจำนวนมาก

13. ข้อใดเป็นปัญหาสำคัญของสถานการณ์
    ก. จำนวนแมลงวันมีมาก
    ข. โต๊ะรับประทานอาหารสกปรก
    ค. แมลงวันบินตอมจานอาหารที่อยู่บนโต๊ะ
    ง. นักเรียนป่วยด้วยโรคท้องร่วงจำนวนมาก

14. สาเหตุของสถานการณ์ของปัญหาคือ ข้อใด
    ก. โรงอาหารอยู่ใกล้ถังขยะ
    ข. ร้านค้าขาดความรับผิดชอบ
    ค. นักเรียนไม่ช่วยกันรักษาความสะอาด
    ง. ร้านค้าไม่มีภาชนะคลุมอาหารเพื่อป้องกันแมลงวันตอม

15. นักเรียนคิดว่าแนวการแกปัญหาอย่างไร
    ก. พนยาฆ่าแมลงวัน
    ข. ยายถังขยะออกให้ไกลโรงอาหาร
    ค. ชวยกันรักษาความสะอาดของโรงอาหาร
    ง. รับประทานอาหารที่สะอาดและปรุงสุกใหม

16. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร
    ก. ถังขยะอยู่ไกลโรงอาหาร
    ข. โรงอาหารสะอาดเรียบร้อย
    ค. ไม่มีแมลงวันในบริเวณโรงอาหาร
    ง. นักเรียนไม่เจ็บป่วยด้วยโรคท้องรวง

จงอ่านข้อความและศึกษาข้อมูลที่กำหนดให้แล้วตอบคำถามข้อที่ 17 – 20

<u>สถานการณ์ที่ 5</u> (ใช้ตอบคำถามข้อที่ 17-20)

บ้านอภิเดชมีอาชีพทำไร่ข้าวโพด ตั้งแต่อภิเดชยังเป็นเด็ก ที่บ้านปลูกข้าวโพดได้ฟักใหญ่ยาวและรสชาติหวานขายได้ราคาดี พ่อแม่ของอภิเดชจึงยึดอาชีพปลูกข้าวโพดมาตลอด แต่ช่วงหลังที่ผ่านมานี้ อภิเดชสังเกตว่าข้าวโพดฝักเล็กลงมาก เม็ดข้าวโพดแห้ง ไม่โต เหี่ยว รสชาติไม่หวานเหมือนเดิมนำไปขายก็ได้ราคาน้อยลง

17. ข้อใดเป็นปัญหาที่สำคัญของสถานการณ์นี้
    ก. ต้นข้าวโพดไม่เจริญเติบโต
    ข. พ่อค้าคนกลางรับซื้อข้าวโพดในราคาต่ำ
    ค. ข้าวโพดมีฟักเล็กลงและรสชาติไม่หวาน
    ง. ไร่ข้าวโพดของสมศรีมีแมลงศัตรูพืชมารบกวน

18. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้
    ก. พ่อแม่อภิเดชไม่มีเวลาดูแลไร่ข้าวโพด
    ข. ไร่ข้าวโพดของอภิเดชมีแมลงศัตรูพืชมารบกวน
    ค. ดินเสื่อมสภาพและขาดแร่ธาตุเนื่องจากปลูกพืชเชิงเดี่ยว
    ง. พ่อแม่อภิเดชต้องรีบเก็บเกี่ยวข้าวโพดเนื่องจากรายจ่ายมากขึ้น

19. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร
    ก. ทำปุ๋ยหมักเพื่อเพิ่มธาตุอาหารให้กับดินควบคู่กับการใช้ปุ๋ยเคมี
    ข. เลิกปลูกข้าวโพดแล้วเปลี่ยนไปปลูกพืชชนิดอื่นแทน
    ค. ขายไร่ข้าวโพดแล้วย้ายไปอยู่ที่อื่น
    ง. ลดการปลูกข้าวโพดให้น้อยลง

20. จากการที่นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร
    ก. ผลผลิตข้าวโพดได้คุณภาพ
    ข. พ่อแม่และอภิเดชมีความสุข
    ค. พ่อแม่อภิเดชมีความรู้เรื่องการทำปุ๋ยหมัก
    ง. ไม่มีแมลงศัตรูมารบกวนต้นข้าวโพด

แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

<u>คำชี้แจง</u>

1. แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ฉบับนี้เป็นแบบเลือกตอบ เป็นการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ 3 ด้าน ดังต่อไปนี้ ด้านความสำคัญ ด้านความสัมพันธ์และด้านหลักการ

2. แบบวัดฉบับนี้มีข้อสอบทั้งหมด 20 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที

3. แบบวัดฉบับนี้เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยกากบาท (X) ลงในช่อง ก ข ค ง ในกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่างการตอบข้างล่างนี้

ข้อ	ก.	ข.	ค.	ง.
00	X			

4. ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบให้กาเครื่องหมาย ⟋ ทับข้อนั้นแล้วกากบาทเลือกข้อใหม่ เช่น เปลี่ยนจากข้อ ก เป็นข้อง

ข้อ	ก.	ข.	ค.	ง.
00	~~X~~			X

5. คำถามในแต่ละข้อมีคำตอบที่ถูกต้องที่สุด เพียงคำตอบเดียว ถ้าตอบเกินหนึ่งคำตอบหรือไม่ตอบเลยถือว่าไม่ได้คะแนนในข้อนั้น

6. แบบวัดนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัย ถ้านักเรียนทำด้วยความตั้งใจคะแนนที่ได้จะเป็นตัวบอกถึงความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนซึ่งจะเป็นผลต่อการดำรงชีวิตในอนาคต

7. ห้ามขีดเขียนหรือทำสัญลักษณ์ใด ๆ ลงในแบบวัด

8. เมื่อสอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว ขอความกรุณาให้นักเรียนนำแบบวัดพร้อมกระดาษคำตอบส่งคืนกับกรรมการผู้คุมห้องสอบ

คำสั่ง จงอ่านข้อความและศึกษาข้อมูลที่กำหนดให้แล้วตอบคำถามข้อที่ 1-2

ปัญหาสิ่งเสพติดเป็นปัญหาที่สำคัญที่กำลังทวีความรุนแรงขึ้นทุกขณะ และก่อความวิตกให้แก่รัฐบาลและสถาบันต่าง ๆ ของประเทศเป็นอย่างมาก เนื่องจากปัญหานี้เป็นปัญหาที่ร้ายแรงก่อความเสียหายให้ไม่เฉพาะแค่สุขภาพอนามัยของผู้เสพติดอย่างเดียวเท่านั้น แต่ยังความเสียหายให้เกิดแก่สังคมและเสถียรภาพของบ้านเมือง เป็นปัญหาการเสื่อมทางศีลธรรมก่อให้เกิดอาชญากรรมนานาชนิด และเป็นปัญหาความมั่นคงของชาติรวมทั้งความเสียหายแก่ประเทศชาติเป็นส่วนรวม ในด้านการพัฒนาคนและเศรษฐกิจด้วย

1. “ ปัญหาสิ่งเสพติด ” หมายถึง ปัญหาที่เกิดจากข้อใด (วิเคราะห์ความสัมพันธ์)
   - ก. การเพิ่มจำนวนการผลิต
   - ข. ความขาดแคลนสิ่งเสพติด
   - ค. การพัฒนาผู้ที่เสพสิ่งเสพติด
   - ง. การเพิ่มจำนวนผู้เสพสิ่งเสพติด
2. ข้อความนี้สรุปถึงปัญหาสิ่งเสพติดว่าอย่างไร (วิเคราะห์ความสำคัญ)
   - ก. เป็นปัญหาที่ร้ายแรง
   - ข. เป็นปัญหาของรัฐบาล
   - ค. เป็นปัญหาจะต้องช่วยกันแก้ไข
   - ง. เป็นปัญหาที่ทุกคนจะต้องหลีกเลี่ยง

คำสั่ง จงอ่านข้อความและศึกษาข้อมูลที่กำหนดให้แล้วตอบคำถามข้อที่ 3-6

วิธีการสังเกตน้ำส้มสายชูแท้กับเทียมอย่างง่าย ๆ คือ ดูที่พริกที่เขาใส่ไว้ ถ้ามันเปลี่ยนเป็นสีคล้ำ ก็ให้สันนิษฐานว่าเป็นของปลอมไม่ควรรับประทาน น้ำส้มสายชูเป็นของจำเป็นที่เราต้องใช้ประจำ จึงมีผู้คิดหากำไรจากการขายน้ำส้มสายชูปลอม โดยใช้กรดกำมะถันเพียงเล็กน้อยผสมน้ำมาก ๆ ก็จะได้รสเปรี้ยวจัด เนื่องจากต้นทุนต่ำมากจึงขายได้ในราคาถูกกว่าน้ำส้มสายชูแท้ ขายเพียงขวดละ 2 – 3 บาท ก็ได้กำไรสูง ส่วนน้ำส้มสายชูแท้คือ กรดอะซิติก จะได้จากการหมักผลไม้ต่าง ๆ หรือการหมักอาหารที่มีสารอาหารคาร์โบไฮเดรต เช่น ข้าว น้ำมันมะพร้าว หรือกากน้ำตาล เป็นต้น บางครั้งจะเรียกว่าน้ำส้มสายชูหมัก

3. ถ้านักเรียนไปรับประทานราดหน้าในร้านแห่งหนึ่ง แล้วสังเกตเห็นว่าพริกในน้ำส้มสายชูมีสีคล้ำ นักเรียนจะทำอย่างไร (การวิเคราะห์ความสัมพันธ์)
   ก. เลือกตักเฉพาะน้ำส้มสายชู เพราะพริกเน่าแล้ว
   ข. ไม่จ่ายเงินค่าราดหน้าแก่เจ้าของร้าน เพราะร้านนี้ใช้วัตถุดิบไม่มีคุณภาพ
   ค. เทน้ำส้มสายชูของร้านทิ้ง เพราะเป็นของปลอม
   ง. ขอมะนาวจากทางร้านใส่เพิ่มความเปรี้ยวให้กับราดหน้า เพราะน้ำส้มสายชูของร้านเป็นของปลอม
4. เพราะเหตุใด จึงมีการทำน้ำส้มสายชูปลอมขึ้น (การวิเคราะห์ความสำคัญ)
   ก. ผู้ผลิตคิดหากำไรจากผู้บริโภค
   ข. ผู้ผลิตต้องการลดค่าใช้จ่าย
   ค. การหมักผลไม้เพื่อทำน้ำส้มสายชู้แท้เป็นการสิ้นเปลือง
   ง. จะทำให้ได้น้ำส้มสายชูที่มีรสเปรี้ยวจัดเหมาะกับความต้องการของผู้บริโภค

5. อาหารในข้อใดสามารถนำมาหมักเป็นน้ำส้มสายชูแท้ได้ทั้งหมด(การวิเคราะห์ความสัมพันธ์)

ก. สับปะรด ข้าว น้ำมันมะพร้าว

ข. ผักกาด สับปะรด แอบเปิล

ค. ข้าว มะนาว เห็ด

ง. กากน้ำตาล ข้าว ทุเรียน

6. จากข้อมูลข้างต้น ข้อใดสรุปน้ำส้มสายชู ได้ถูกต้อง(การวิเคราะห์หลักการ)

1) น้ำส้มสายชูปลอม เป็นกรดอะซิติกที่ผสมน้ำมาก ๆ

2) น้ำที่ได้จากการหมักผลไม้ต่าง ๆ คือ น้ำส้มสายชูแท้

3) น้ำส้มสายชูแท้จะไม่เปลี่ยนสีของพริกที่ใส่ไว้

ก. เฉพาะข้อ 1)

ข. ข้อ 1) และ ข้อ 2)

ค. ข้อ 2) และ ข้อ 3)

ง. ข้อ 1) ข้อ 2) และข้อ 3

คำสั่ง จงอ่านข้อความและศึกษาข้อมูลที่กำหนดให้แล้วตอบคำถามข้อที่ 7-9

วิทย์ของเทียนไข

เรื่องของเทียนไขที่พบเห็นตามท้องตลาด ซึ่งใช้สำหรับพิธีกรรมสำคัญต่าง ๆ เทียน 1 เล่ม มีส่วนประกอบ คือ ไส้เทียน และขี้ผึ้ง ไขเทียน หน้าที่ของไส้เทียน ทำหน้าที่ดูดขี้ผึ้งที่หลอมแล้ว ทำจากใยฝ้ายถักโดยอาจจะมีสารเคมี เช่น เกลือแอมโมเนีย ช่วยไม่ให้ไส้เทียนไหม้เร็วเกินไป และ กรดบอริค เกลือฟอสเฟต ช่วยให้เถ้าตกลงในน้ำตาเทียน ทำให้เทียนดับสนิทเมื่อดับไฟ ส่วนขี้ผึ้ง หรือไขเทียน ทำมาจาก ไยพาราฟิน เป็นของเหลวเมื่อให้ความร้อน เป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง อุณหภูมิและสีของเปลวเทียนเมื่ออยู่ในอุณหภูมิต่างกันสีของเปลวเทียนก็มีการเปลี่ยนแปลงเช่นกัน เช่น อุณหภูมิ(C) 400 800 1,000 1,200 และ1,400 การเปลี่ยนแปลงสีของเปลวเทียนตามลำดับ ไส้เทียน สีแดงหรือส้มด้านในเปลวไฟ สีน้ำตาลด้านในของเปลวเทียน สีเหลืองตรงกลาง และสีน้ำเงินหรือขาวขอบเปลวไฟ อุณหภูมิและสีของเปลวเทียนนั้นแตกต่างกันโดยขึ้นอยู่กับควาสมบูรณ์ของการเผาไหม้ เมื่อลองสังเกตพอว่า เปลวเทียนทำไมมีรูปร่างคล้ายหยดน้ำตา เพราะเวลาเทียนเผาไหม้ อากาศร้อน จะลอยขึ้นบน อากาศเย็น กว่าจะแทนที่ด้านล่าง ทำให้เกิดพาความร้อนของอากาศรรอบ ๆ เปลวไฟ เปลวไฟจึงรูปร่างหน้าตาคล้ายหยดน้ำตา

แหล่งที่มา https://www.facebook.com/witsanook/photos/a.327375767415926/1336421013178058/?type=3&theater

7. จากข้อมูลข้างต้น ข้อใดอธิบายความสัมพันธ์อุณหภูมิและสีของเปลวเทียนได้ถูกต้อง (วิเคราะห์ความสัมพันธ์)

ข้อ	อุณหภูมิ (°C)	สีของเปลวเทียน
ก.	400	สีส้มหรือสีแดง
ข.	800	สีแดงหรือส้มด้านในของเปลวเทียน
ค.	1,000	สีน้ำตาลเข้ม
ง.	12,000	สีเหลืองตรงกลาง

8. จากข้อมูล ข้อใดคือส่วนประกอบของเทียนและไส้เทียนทั้งหมด (วิเคราะห์ความสำคัญ)

ก. เกลือแอมโมเนียม ช่วยทำให้ไส้เทียนดูขี้ผึ้งได้เร็ว

ข. กรดบอริค ช่วยให้ไส้เทียนเมื่อดับลงให้เปลวเทียนดับสนิท

ค. กรดฟอสเฟส ช่วยให้ความร้อนละลายขี้ผึ้งได้อย่างรวดเร็ว

ง. กรดบอริคและกรดฟอสเฟส ช่วยให้เถ้าตกลงในน้ำตาเทียนทำให้เปลวเทียนดับสนิทเมื่อดับไฟ

9. จากข้อมูลข้างต้น เพราะเหตุใด เปลวเทียนจึงมีรูปร่างคล้ายหยดน้ำ (การวิเคราะห์ความสัมพันธ์)

ก. เพราะการเผาไม้ อากาศร้อน จะลอยตัวขึ้นบน อากาศเย็น เข้ามาแทนที่ด้านล่างช้า ทำให้เกิดการพาความร้อนของอากาศรอบ ๆ เปลวเทียน

ข. เพราะการเผาไม้ อากาศร้อน จะลอยตัวขึ้นบน อากาศเย็น เข้ามาแทนที่ด้านล่างอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดการพาความร้อนของอากาศรอบ ๆ เปลวเทียน

ค. เพราะการเกิดจากเผาไม้ อากาศร้อนลอยตัวขึ้น อากาศเย็นเข้ามาแทนที่ ทำให้เกิดการพาความร้อนของอากาศ

ง. เพราะเกิดจากการเผาไม้อากาศร้อน จะลอยตัวขึ้นบน อากาศเย็น เข้ามาแทนที่ด้านล่างอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดการนำความร้อนของอากาศ

คำสั่ง จงอ่านข้อความและศึกษาข้อมูลที่กำหนดให้แล้วตอบคำถามข้อที่ 10-12

ทุเรียนน่ารู้

ประเทศไทยมีราชาแห่งผลไม้ คือ ทุเรียน วิธีสังเกตทุเรียน ดังนี้ ทุกเรียนที่สุกปากปลิงจะพอง ทุกเรียนแก่จะมีปลายหนามสีน้ำตาลเข้ม เมื่อบีบปลายหนามเข้าหากัน ทุเรียนแก่จะมีหนามที่ยืดหยุ่นเหมือนสปริง ส่วนทุเรียนที่มีร่องพูสีน้ำตาลปนเหลือง และสุดท้ายทุเรียนแก่จะมีกลิ่นหอม ไม่เหม็นเขียว นี้คือการสังเกต ทุเรียนก่อนที่จะซื้อหรือแกะรับประทานต้องตรวจสอบตามลักษณะที่กล่าวมา ต่อไปจะการได้กลิ่นหอมของทุเรียน ซึ่งนักเคมีจากเยอรมัน พบสารเคมีหลัก 2 ชนิด ที่สามารถเลียนกลิ่นทุเรียนหมอนทองได้ คือ กลิ่นคล้ายผลไม้และกลิ่นคล้ายหัวหอมย่าง เมื่อรับประทานทุเรียนย่อมที่จะได้รับสารอาหาร ซึ่งสารอาหารจากทุเรียน 2 เม็ด ได้รับพลังงาน ประมาณ 187 kcal ทุเรียนไม่มีคอเลสเตอรอล แต่ไม่ควรดื่มพร้อมกับเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ อาจจะเกิดอันตรายถึงชีวิตได้

แหล่งที่มา : Food Chem.,2009,117(2), 352

10. จากข้อความข้างต้น ห้ามรับประทานทุเรียนพร้อมกับสิ่งใดก่อให้เกิดอันตรายถึงชีวิตได้ (วิเคราะห์หลักการ)

ก. น้ำโค๊ก มีกรดฟอสฟอริกเข้มข้นที่สามารถละลายตะปูภายใน 4 วัน

ข. โซดา มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทำให้เพิ่มกรดในกระเพาะอาหารต่อให้เกิดอันตราย

ค. เบียร์ช้าง มีแอลกอฮอล์ร่างกายเกิดความร้อนสูงกว่าปกติเมื่อถึงจุดหนึ่งทำให้สมองทำงานผิดปกติ

ง. ชาเย็น มีสารออกซาเรทสะสมในร่างกายมีผลทำให้ไตวาย

11. จากข้อมูล หากนักเรียนต้องการรับประทานทุเรียน นักเรียนจะสังเกตลักษณะของทุเรียนได้อย่างไร ข้อใดมีความสัมพันธ์กัน (วิเคราะห์ความสัมพันธ์)

1) ทุเรียนที่มีลักษณะปากปริงจะพอง
2) ทุเรียนที่มีลักษณะปลายหนามสีน้ำเงินเข้ม
3) ทุเรียนที่มีร่องพูสีน้ำตาลปนเหลือง
4) ทุเรียนที่มีปากปริงและร่องพูยืดหยุ่นเมื่อบีบ

ก. ข้อ 1 และ ข้อ 2

ข. ข้อ 2 และ ข้อ 3

ค. ข้อ 3 และ ข้อ 4

ง. ข้อ 1 , 2 และ ข้อ 3

12. จากข้อมูล นักเคมีชาวเยอรมันได้ค้นพบสารเคมีหลักซึ่งมีกลิ่นคล้ายกับกลิ่นใด (วิเคราะห์ความสำคัญ)

ก. กลิ่นผักใบเขียวและกลิ่นหัวหอมย่าง

ข. กลิ่นมะม่วงสุกและกลิ่นหัวหอม

ค. กลิ่นผลไม้สุกและหัวหอมย่าง

ง. กลิ่นมะนาวและหัวหอมย่าง

คำสั่ง จงอ่านข้อความและศึกษาข้อมูลที่กำหนดให้แล้วตอบคำถามข้อที่ 13-15

วิทย์กับดินสอ

เคยสงสัยไหมว่า ดินสอทำมาจากอะไร ? มาหาคำถามได้เลยจ้า ดินสอที่นักเรียนเขียนอยู่ในทุกวันมีอยู่หลายประเภท ซึ่งแต่ละประเภทมีจุดสังเกตและสงสัยอยู่มากมาย ก่อนอื่นไส้ดินสอมากจาก แกรไฟต์ โดยมีน้ำและดินเหนียวเป็นตัวประสาน นำความร้อนและนำไฟฟ้าได้ดี ส่วนคำว่า แกรไฟต์ แปลว่าเพื่อวาด เพื่อเขียน

เมื่อเราซื้อดินสอจะเห็นอักษรภาษาอังกฤษ ที่ด้ามดินสอ เช่น H B อักษร H (hardness) เกี่ยวกับความแข็งของไส้ดินสอ เลขยิ่งมาก ยิ่งแข็ง ส่วน อักษร B (Blackness) เกี่ยวกับความดำของไส้ดินสอ เลขยิ่งมาก ยิ่งดำ

แหล่งที่มา :

https://www.facebook.com/witsanook/photos/a.327375767415926/1323339297819563/?type=3&theater

13. จากข้อมูล ไส้ดินสอทำมาจากสิ่งใด (วิเคราะห์ความสำคัญ)

ก. ดินเหนียวและน้ำ

ข. แกรไฟต์และถ่าน

ค. แกรไฟต์และดินเหนียว

ง. แกรไฟต์

14. จากข้อมูลข้างต้นแกรไฟต์ มีความสัมพันธ์ต่อสิ่งใด (วิเคราะห์ความสัมพันธ์)

1. แกรไฟต์ในดินสอจะไปติดกับเส้นใยของกระดาษ
2. แกรไฟต์ในไส้ดินสอมีตัวประสานได้แก่ น้ำ และดิน
3. แกรไฟต์ ไส้ดินสอสามารถนำความร้อนและไฟฟ้าได้ดี
4. แกรไฟต์มีโครงสร้าง พันธะโควาเลนต์

ก. ข้อ 1 และ ข้อ 3

ข. ข้อ 1,2 และ 3

ค. ข้อ 2,3 และ 4

ง. ข้อ 1,3 และ 4

15. จากข้อมูลข้างต้น ข้อใดอธิบายใจความสำคัญคุณสมบัติของ ดินสอ HB hardness blackness ได้ถูกต้อง (วิเคราะห์หลักการ)

ก.	H	เลขยิ่งน้อย ยิ่งแข็ง	B	เลขยิ่งมาก ยิ่งดำ
ข.	H	เลขยิ่งน้อย ยิ่งแข็ง	B	เลขยิ่งมาก ยิ่งอ่อน
ค.	H	เลขยิ่งมาก ยิ่งดำ	B	เลขยิ่งน้อย ยิ่งแข็ง
ง.	H	เลขยิ่งมาก ยิ่งแข็ง	B	เลขยิ่งมาก ยิ่งดำ

คำสั่ง จงอ่านข้อความและศึกษาข้อมูลที่กำหนดให้แล้วตอบคำถามข้อที่ 16-18

วิทย์ของน้ำตา

น้ำตา คือ สารคัดหลั่งที่สร้างจากต่อมน้ำตา โดยมีลักษณะเป็น ฟิล์ม ซึ่งฟิล์มน้ำตา ที่เคลือบผิวลูกตา มี 3 ชั้น ชั้นไขมัน ชั้นสายน้ำ ชั้นเมือก หากมีปริมาณน้ำตามาก ระบายยไม่ทันก็จะไหลลงมาเป็นหยดน้ำตา น้ำตาที่ไหลออกมา มี 3 ชนิด ได้แก่ Basal tears น้ำตาที่หล่อเลี้ยงลูกตา และป้องกันตาแห้ง Reflex tears น้ำตาที่ไหลโดยอัตโนมัติ เมื่อมีสิ่งที่ทำให้ระคายเคืองภายนอก เช่นฝุ่น หรือการหาว การไอ และ Emotional tears น้ำตาจากอารมณ์ความรู้สึก เมื่อเกิดอารมณ์ต่าง ๆ ควบคุมโดย ระบบลิมบิก ในสมอง ที่เกี่ยวกับการรับรู้อารมณ์และพฤติกรรม ส่วนรสชาดของน้ำตา ทำไมถึง เค็ม เพราะมีเกลือโซเดียม ประมาณ 0.6%

แหล่งที่มา : https://www.facebook.com/witsanook/photos/a.327375767415926/1323339297819563/?type=3&theater

16. จากข้อมูล ข้างต้น เพราะเหตุใดน้ำตา จึงมีรสชาต “เค็ม”

(วิเคราะห์หลักการ)

ก. เพราะ น้ำตาเป็นส่วนประกอบของต่อมเหงื่อ ประมาณ 6.0 เปอร์เซน

ข. เพราะ น้ำตามีส่วนประกอบของต่อมน้ำตา ประมาณ 6.0 เปอร์เซน

ค. เพราะ น้ำตามีส่วนประกอบเป็นเกลือโซเดียม ประมาณ 6.0 เปอร์เซน

ง. เพราะ น้ำตามีส่วนประกอบเป็นโซเดียมคลอไรด์ ประมาณ 6.0 เปอร์เซน

17. พ่อและแม่ไปงานรับปริญญาของเกิ้ล ซึ่งในขณะถ่ายรูปร่วมกันกับครอบครัว เกิ้ลมองดูแม่เห็นแม่ร้องไห้ ทำให้เกิ้ลโผล่เข้าไปกอดแม่ไว้

จากข้อความนี้ สรุปได้ว่า น้ำตาที่ไหลออกจากความรู้สึกของแม่เป็นน้ำตาชนิดใด

(วิเคราะห์หลักการ)

ก. Basal tears

ข. Reflex tears

ค. Emotional tears

ง. Emotional tear and Reflex tears

18. จากข้อมูลข้างต้นข้อใดสรุป วิทย์ของน้ำตา ได้ถูกต้อง (วิเคราะห์หลักการ)

ก. น้ำตา คือ สารคัดหลั่งที่สร้างจาก ต่อมน้ำตา โดยมีลักษณะเป็นฟิล์ม

ข. น้ำตา คือ สารคัดกรองทางเคมีที่สร้างจาก ต่อมน้ำตา โดยมีลักษณะเป็นฟิล์ม

ค. ฟิล์มน้ำตาประกอบด้วย 3 ชั้น ชั้นไขมัน ขั้นสารน้ำ ชั้นเมือกใส

ง. เมื่อปริมาณน้ำตามากเกินไปจะระบายไม่ทันก็จะไหลผ่านต่อมน้ำตา

คำสั่ง จงอ่านข้อความและศึกษาข้อมูลที่กำหนดให้แล้วตอบคำถามข้อที่ 24

ทำไมต้มไข่นาน ๆ แล้วรอบไข่แดงเป็นสีเทา

ไข่ต้ม เมื่อพูดถึงทุกคนต้องรู้จัก และเมื่อต้มนาน ๆ รอบไข่แดงทำไมเป็นสีเทา เคยสังเกตไหมว่า ไข่ต้มมีหลายแบบ ไข่ลวก ไข่ยางมะตูม ไข่ต้มสุก ต่าง ๆ แล้วแต่คนที่ชอบรับประทาน แต่ทำไมไข้ต้มสุกนาน ๆ รอบไข่แดงเป็นสีเทานะ 1. ไข่แดงมีปริมาณธาตุเหล็กสูง 0.5 – 1 มิลลิกรัมต่อฟอง (Fe) 2. ไข่ขาวมีกำมะถัน(S) ซึ่งเป็นส่วนประกอบของกรดอะมิโนในโปรตีน 3. เมื่อได้รับความร้อนนาน ๆ เหล็กจากไข่แดงทำปฏิกิริยากับกำมะถันจากไข่ขาว และ 4. เหล็กและกำมะถันรวมตัวกันเป็น Iron sulfide ซึ่งมีสีเทาแกมเขียว(FeS)

19. จากข้อมูลข้างต้น เหล็กและกำมะถันมีความสัมพันธ์กับสิ่งใด (วิเคราะห์ความสัมพันธ์)

1. ไข่แดงจะมีธาตุเหล็กสูง 0.5 – 1 มิลลิกรัมต่อฟอง
2. ไข่ขาวมีกำมาถัน ซึ่งเป็นส่วนประกอบของอะมิโน
3. เหล็กและกำมะถันรวมตัวกัน เป็น Iron sulfide ซึ่งมีสีเทาแกมเขียว
4. เมื่อได้รับความร้อนนาน ๆ เหล็กและกำมะถันรวมตัวกัน เป็น Iron sulfide ซึ่งมีสีเทาแกมเขียว

ก. ข้อ 1,2 และ ข้อ 3

ข. ข้อ 2,3 และ ข้อ 4

ค. ข้อ 2 และ ข้อ 4

ง. ข้อ 1,3 และ ข้อ 4

ชี้แจง จงใช้ข้อมูลต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อที่ 20

กระเจี๊ยบเขียวไม่ได้เป็นแค่ผักที่ใช้รับประทานกับน้ำพริกเพียงแค่อย่างเดียว แต่ยังเป็นพืชที่มีสรรพคุณทางยา ช่วยบำรุงรักษาและแก้อาการต่าง ๆ ได้สารพัด โดยเฉพาะยางเมือก ๆ ในผักจะมีสารแพ็กติน และกัม ซึ่งเป็นสารที่มีคุณสมบัติช่วยเคลือบแผลในกระเพาะอาหารและลำไส้เป็นอย่างดี หากรับประทานเป็นประจำอย่างต่อเนื่องจะช่วยรักษาความดันเลือดให้เป็นปกติ ลดอาการท้องผูก ช่วยกำจัดพยาธิตัวจี๊ด บำรุงตับ นอกจากนี้กระเจี๊ยบเขียวยังมีโฟเลตสูง ซึ่งมีประโยชน์ต่อการสร้างเม็ดเลือดแดง บำรุงสมองและพัฒนาการแก่ทารกในครรภ์

20. จากข้อมูลข้างต้น การรับประทานกระเจี๊ยบเขียวเหมาะสมกับบุคคลใด
(วิเคราะห์ความความสำคัญ)

ก. ผู้ป่วยเบาหวาน

ข. ผู้ป่วยความดันเลือด

ค. ผู้ป่วยโรคกระเพาะอาหารอักเสบ

ง. หญิงหลังคลอด

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวสุนิสา จูฑามาตย์
วัน เดือน ปีเกิด	1 พฤษภาคม 2533
สถานที่เกิด	อำเภอเขาพนม จังหวัดกระบี่
ประวัติการศึกษา	ครุศาสตรบัณฑิต (คบ.) วิชาเอก วิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต พ.ศ. 2557
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนบ้านพอแดง อำเภอท้ายเหมือง จังหวัดพังงา
ตำแหน่ง	ครู

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวสุนิสา จูฑามาตย์
วัน เดือน ปีเกิด	1 พฤษภาคม 2533
สถานที่เกิด	อำเภอเขาพนม จังหวัดกระบี่
ประวัติการศึกษา	ครุศาสตรบัณฑิต (คบ.) วิชาเอก วิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต พ.ศ. 2557
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนบ้านพอแดง อำเภอท้ายเหมือง จังหวัดพังงา
ตำแหน่ง	ครู