

การศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐานที่มีต่อ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

สารนิพนธ์
ของ
นภาพรณ หวานชม

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา

มีนาคม 2554

การศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐานที่มีต่อ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

สารนิพนธ์
ของ
นภาพรณ หวานชม

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

มีนาคม 2554

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐานที่มีต่อ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

บทคัดย่อ
ของ
นภาพรณี หวานชม

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา
มีนาคม 2554

นภาพร หวานชม. (2554). การศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์: รองศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนาศรี.

การวิจัยครั้งนี้ มีความมุ่งหมายเพื่อ ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐานกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 42 คน ที่ได้มาจากการเลือกอย่างเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน เครื่องมือที่ใช้ เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบวัดจิตวิทยาาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้แบบแผนการทดลองแบบ One Group Pretest-Posttest Design และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ t – test for dependent Samples

ผลการวิจัยสรุปได้ ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการการสอน โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมอง เป็นพื้นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการการสอน โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมอง เป็นพื้นฐานมีจิตวิทยาาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

A STUDY ON AN EFFECT OF MANAGING IN LEARNING BY BRAIN BASED LEARNING
ACTIVITY PACKAGE ON SCIENCE LEARNING ACHIEVEMENT AND SCIENTIFIC
MIND OF MATHAYOMSUKSA III STUDENTS

AN ABSTRACT
BY
NAPAPORN WHANKOM

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Education Degree in Secondary Education
at Srinakharinwirot University

March 2011

Napaporn Whankom. (2011). *A Study on an Effect of Managing in Learning by Brain Base Learning Activity Package on Science Learning Achievement and Scientetic Mind of Mathayomsuksa III Students* Master's Project, M.Ed. (Secondary Education). Bangkok: Graduate School, Srinarinwirot University. Project Advisor : Assoc. Prof Dr. Chutima Watanakhiri

The purpose of this Research was to study on Science learning achievement and scientetic mind of mathayomsuksa III Students through of managing in learning by brain base learning activity package

The sample of this research were 42 mathayomsuksa III student of Ramkhamhaeng Demonstration School, Bangkok Province during the second semester of 2009 academic year. They are selected by Purposive Sampling technique. Teaching by through of managing in learning by brain base learning activity package. Instruments Used in this research were Science learning achievement test *and* Scientetic mind in science test. This study was used with the One Group Pretest –Posttest Design. The data analysis use t – test for dependent Samples

The finding were as follow :

1. The Science learning achievement of students were the last study higher than the first at the .01 level of significance
2. The Scientific mind of student were the last study higher than the first at the .01 level of significance

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร และคณะกรรมการสอบ
ได้พิจารณาสารนิพนธ์เรื่อง การศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการ
เรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของ นภาพกรณ์ หวานชม ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒได้

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนะคีรี)

ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนะคีรี)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนะคีรี)

..... กรรมการสอบสารนิพนธ์
(อาจารย์ ดร.ราชันย์ บุญธิมา)

..... กรรมการสอบสารนิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สนธยา ศรีบางพลี)

อนุมัติให้รับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีคณะศึกษาศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.องอาจ นัยพัฒน์)

วันที่ เดือน มีนาคม พ.ศ. 2554

ประกาศคุณูปการ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความอนุเคราะห์ช่วยเหลือจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนะศิริ ประธานกรรมการควบคุมปริญญาบัตร อาจารย์ ดร.ราชันย์ บุญธิมา และผู้ช่วยศาสตราจารย์ สนธยา ศรีบางพลี กรรมการควบคุมปริญญาบัตร ที่ให้คำแนะนำในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ตลอดจน ให้คำปรึกษาและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ อย่างดียิ่ง ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านด้วยความเคารพอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่าน ที่ให้ความรู้แก่ผู้วิจัยในการศึกษา ตามหลักสูตร ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตสาขาการมัธยมศึกษา ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิไลวรรณ ปิยะปกรณ อาจารย์ ชัยวัฒน์ หมุ่มเจริญ อาจารย์ ชบา เมืองจีน เป็นผู้เชี่ยวชาญที่ให้คำแนะนำ และ แก้ไขเครื่องมือในการวิจัย จนสามารถนำไปเก็บรวบรวมข้อมูลได้ตามเวลาที่กำหนด และขอขอบคุณ คณาจารย์โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหงที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยในครั้งนี้ที่ไม่สามารถกล่าวนาม ได้ทั้งหมด ที่ให้ความช่วยเหลือเป็นกำลังใจจนการทำวิจัยครั้งนี้สำเร็จลงได้ ขอขอบใจนักเรียนมัธยมศึกษา ปีที่ 3 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง ปีการศึกษา 2552 ที่ ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการทดลองใช้เครื่องมือ และทำการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย ครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่ออำนาจ ทองเดิม คุณแม่มานพ ทองเดิม ที่ให้การสนับสนุนและ กำลังใจในการทำงานวิจัยและขอบคุณ คุณคมศักดิ์ หวานชม พร้อมทั้งขอขอบใจเด็กหญิง กนกภรณ์ หวานชม ที่เป็นกำลังใจในการทำงานวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณเพื่อนนิสิตปริญญาโท เอกการมัธยมศึกษาทุกคนที่ให้คำแนะนำและเป็นกำลังใจ ในการทำปริญญาบัตรฉบับนี้จนสำเร็จ

คุณค่าและประโยชน์ใดๆ ที่พึงมีจากปริญญาบัตรฉบับนี้ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณ บิดา-มารดา ครู-อาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

นภาพรณี หวานชม

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย	2
ความสำคัญของการวิจัย	3
ขอบเขตของการวิจัย	3
ประชากร	3
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	3
ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	3
เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	3
ตัวแปรที่ศึกษา	3
นิยามศัพท์เฉพาะ	3
กรอบแนวคิดในการวิจัย	6
สมมติฐานในการวิจัย	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน	7
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์	18
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับ จิตวิทยาาสตร์.....	25
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	34
3 วิธีดำเนินการวิจัย	42
การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง	42
ประชากร	42
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	42
เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง	42
ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	42
แบบแผนการวิจัย	43
ความหมายของสัญลักษณ์	43

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3 (ต่อ)	
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	43
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	43
การเก็บรวบรวมข้อมูล	48
การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล	48
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	52
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	52
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	52
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	55
ความมุ่งหมายของการวิจัย	55
สมมติฐานการวิจัย	55
วิธีดำเนินการวิจัย	55
การเก็บรวบรวมข้อมูล	56
การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล	57
สรุปผลการวิจัย	57
อภิปรายผลการวิจัย	57
ข้อเสนอแนะ	58
บรรณานุกรม	60
ภาคผนวก	67
ภาคผนวก ก	68
ภาคผนวก ข	80
ภาคผนวก ค	88
ภาคผนวก ง	93
ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์	141

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงแบบแผนการทดลอง One Group Pretest – Posttest Design	43
2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐานเรื่อง ระบบนิเวศโดยใช้สถิติ t-test Dependent Sample	52
3 การเปรียบเทียบระดับจิตวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐานเรื่อง ระบบนิเวศ โดยใช้สถิติ t-test Dependent Sample	53
4 บันทึกความเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องระบบนิเวศ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)	72
5 บันทึกความเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์	75
6 แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์	77
7 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้	82
8 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (IOC)	83
9 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความยากง่าย (p) และดัชนีอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์	84
10 ผลการวิเคราะห์แสดงการวิเคราะห์ ความแปรปรวนของข้อสอบรายข้อ (S_i^2) ความแปรปรวนของข้อสอบทั้งฉบับ (S_t^2) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D.) และความเชื่อมั่นของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับ (α)	86
11 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง ก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน	89
12 คะแนนแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง ก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน	91

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	6
2 แสดงใยประสาทของสมองวัยต่างๆ	9
3 แสดงการเชื่อมต่อของเซลล์สมองในวัยต่างๆ	9
4 แสดงพัฒนาการของสมองจากแรกเกิดจนถึงวัยผู้ใหญ่	10
5 ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	23

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ได้ปฏิรูปการจัดการเรียนรู้ ทั้งในระดับโรงเรียน และมหาวิทยาลัยโดยเปลี่ยนจากการจัดการเรียนรู้ที่เน้นบทบาทครูผู้สอน มาเน้นที่ผู้เรียนเป็นสำคัญ

ในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ไม่ใช่การเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนเรียนด้วยตนเอง โดยลำพัง การจัดการเรียนรู้ที่ปล่อยให้ผู้เรียนเรียนด้วยตนเองโดยขาดการแนะนำจากครู ผู้เรียนอาจไม่มีเป้าหมายที่ชัดเจนในการเรียน เปรียบได้กับการเดินทางโดยขาดแผนที่ ขาดเป้าหมาย เป็นการเดินทางที่วุ่นวายและอาจย้อนกลับมาที่เดิม ไปไม่ถึงเป้าหมาย ผู้เรียนต้องการทิศทาง เพื่อไปให้ถึงเป้าหมายหรือจุดมุ่งหมายที่พึงประสงค์ การปฏิรูปการจัดการเรียนรู้ ในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ เปลี่ยนจากการให้ความสำคัญกับการสอนมาเน้นที่การเรียนรู้ ครูยังต้องจัดบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้ แต่เป้าหมายที่สำคัญคือ จะจัดการอย่างไรให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

แนวคิดจากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้ที่ยอมรับว่าบุคคลหรือผู้เรียนมีความแตกต่างกัน และทุกคนสามารถเรียนรู้ได้ ดังนั้น ในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ครูหรือผู้จัดการเรียนรู้ควรมีความเชื่อพื้นฐานอย่างน้อย 3 ประการ คือ (1) เชื่อว่าทุกคนมีความแตกต่างกัน (2) เชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้ได้ และ (3) เชื่อว่าการเรียนรู้เกิดได้ทุกที่ ทุกเวลา ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ จึงเป็นการจัดการบรรยากาศ กิจกรรม สื่อ สถานการณ์ ฯลฯ ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้เต็มตามศักยภาพ ครูจึงจำเป็นที่จะต้องรู้จักผู้เรียนอย่างรอบด้าน และสามารถวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อนำไปเป็นพื้นฐานการออกแบบ หรือวางแผนการเรียนรู้ได้สอดคล้องกับผู้เรียน สำหรับในการจัดกิจกรรมหรือออกแบบการเรียนรู้ อาจทำได้หลายวิธีการและเทคนิค แต่มีข้อควรคำนึงว่า ในการจัดการเรียนรู้แต่ละครั้ง แต่ละเรื่อง ได้เปิดโอกาสให้กับผู้เรียนเป็นผู้เลือกหรือตัดสินใจในเนื้อหาสาระที่สนใจ เป็นประโยชน์ต่อตัวผู้เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ โดยได้คิด ได้รวบรวมความรู้และลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเอง โดยกิจกรรมการเรียนรู้ที่ดีที่ควรช่วยให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมทางด้านร่างกายคือ เป็นกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนมีโอกาสเคลื่อนไหวร่างกาย เพื่อช่วยให้ประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนตื่นตัว พร้อมทั้งจะรับข้อมูลและเรียนรู้สิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้น กิจกรรมการเรียนรู้ที่ดีควรช่วยให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมทางสติปัญญา คือ เป็นกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเคลื่อนไหวทางสติปัญญา ต้องเป็นกิจกรรมที่ทำทลายความคิดของผู้เรียน สามารถกระตุ้นสมองของผู้เรียนให้เกิดการเคลื่อนไหว ต้องเป็นเรื่องที่ไม่ยากหรือง่ายเกินไป ทำให้ผู้เรียนสนุกที่จะคิด กิจกรรมการเรียนรู้ที่ดีควรช่วยให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมทางอารมณ์ คือ เป็นกิจกรรมที่ส่งผลต่ออารมณ์ ความรู้สึกของผู้เรียน ซึ่งจะช่วยทำให้การเรียนรู้นั้นเกิดความหมายต่อตนเองโดยกิจกรรมดังกล่าวควรเกี่ยวข้องกับผู้เรียนโดยตรง

หลักการธรรมชาติกระบวนการเรียนรู้ของมนุษย์ มนุษย์มีระบบประสาท มีเซลล์สมอง มีจุดเชื่อมต่อเซลล์สมองหลายๆ อันที่เป็นเครือข่าย และการเรียนรู้สิ่งใหม่จะเริ่มต้นที่เซลล์สมอง ซึ่งมีสายใย

ประสาท (เป็นตัวรับข้อมูล โดยจะมีจุดเชื่อม) ระหว่างประสาท และสายใยประสาทจะเกิดมากขึ้นและเชื่อมต่อกันเป็นเครือข่ายมากขึ้น เมื่อถูกกระตุ้นและมีการปฏิบัติการเรียนรู้ และถ้าหากมนุษย์มีอาการทางลบ สมองจะหยุดการหลั่งสาร ถ้ามีอาการทางบวกสมองจะหลั่งสารเคมีไหลผ่าน synaptic gap จะทำให้ความจำและการคิดเพิ่มประสิทธิภาพมาก ธรรมชาติของสมองชอบเรียนรู้ และรู้วิธีการเรียนรู้ มาตั้งแต่เกิด การเรียนรู้เกิดจากการปฏิบัติ และการทำสิ่งที่ผิดพลาดให้ดีขึ้น ถือว่าเป็นการเรียนรู้ การเรียนรู้เริ่มจากการเชื่อมต่อกับความรู้เดิม และความรู้ใหม่ จะเรียนรู้อะไรต้องทำ หรือปฏิบัติสิ่งนั้น สมองได้ทำงานมาก ผู้เรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ จะทำให้สายใยประสาทมีการเชื่อมต่อกัน และถ้าไม่ใช้สมองส่วนที่ไม่ใช้ก็จะฝ่อ สูญหายไป ถ้าสมองถูกใช้ ถูกกระตุ้นสายใยประสาท จะเพิ่มมากขึ้นจะทำให้การทำงานของสมองมีประสิทธิภาพ สมองของเรามีธรรมชาติในการคิดมาตั้งแต่กำเนิด ครูต้องเข้าใจวิธีการเรียนรู้ของสมองๆ เป็นอวัยวะที่มีพลังในตัวเอง หากเกิดความสุขและความพอใจ สมองจะผลิตสารเอ็นโดรฟิน ออกมาซึ่งเป็นฮอร์โมนที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายมนุษย์

ข้อมูลใหม่เกี่ยวกับพัฒนาการ และธรรมชาติการเรียนรู้ของสมองที่ชี้ว่าเด็กมีศักยภาพหรือความสามารถด้านทักษะทางสังคม และมีความรู้สึกเห็นอกเห็นใจผู้อื่นมากในช่วงอายุก่อน 6 ปี รวมถึงข้อมูลที่ชี้ถึงความสำคัญของการจัดสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมในเด็กเล็กที่สามารถเรียนรู้ได้ดีในกลุ่มเล็กๆ จะเป็นประเด็นสำคัญสำหรับนำไปวิเคราะห์ระบบการเรียนรู้รูปแบบเดิม ระบบสังคมปัจจุบัน และนำไปเป็นข้อมูลพื้นฐานในการที่จะนำเสนอการปรับเปลี่ยนรูปแบบการเรียนรู้ใหม่ เพื่อให้เหมาะสมกับธรรมชาติการเรียนรู้ของสมอง เพื่อสมองจะได้พัฒนาได้สูงสุด

จากการศึกษาวิจัยการทำงานของสมองทำให้นักการศึกษา นักวิชาการ ให้ความสนใจเพิ่มมากขึ้นต่อแนวคิดในการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับหน้าที่ ศักยภาพของสมอง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ รับรู้ได้อย่างเต็มศักยภาพ ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับปรับใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต เพื่อพัฒนาตนเอง และพัฒนาประเทศชาติต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน
2. เพื่อศึกษาจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน

ความสำคัญของงานวิจัย

1. ผลการวิจัยในครั้งนี้ ทำให้ทราบผลการเรียนรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และจิตวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการสอนที่ใช้สมองเป็นพื้นฐานของนักเรียน ซึ่งเป็นแนวทางในการพัฒนาให้นักเรียนให้มีทักษะในการแสวงหาความรู้ มีความสามารถในการหาความรู้ด้วยตนเอง และสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

2. ผลของการวิจัยในครั้งนี้ สามารถเป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการเผยแพร่ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐานให้แก่ครูหรือผู้ที่เกี่ยวข้องได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการสอนที่สอดคล้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐานต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 10 ห้องเรียน นักเรียน 416 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 42 คนที่ได้มาจากการเลือกอย่างเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 1 ห้องเรียน

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 โดยใช้เวลาดทดลอง 4 ชั่วโมง/สัปดาห์ เป็นเวลา 14 ชั่วโมง

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม เรื่องระบบนิเวศ

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ คือ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน
2. ตัวแปรตาม คือ
 - 2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
 - 2.2 จิตวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน คือ การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับวิธีการเรียนรู้หรือการทำงานของสมองทางธรรมชาติ โดยการใช้ความรู้ความเข้าใจที่เกี่ยวข้องกับสมองเป็นเครื่องมือในการออกแบบกระบวนการเรียนรู้และกระบวนการอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อสร้างศักยภาพ

สูงสุดในการเรียนรู้ของมนุษย์ ภายใต้แนวคิดที่ว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้ได้ ทุกคนมีสมองพร้อมที่จะทำ
เรียนรู้มาตั้งแต่กำเนิด

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้หลักการของการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐานโดย
ใช้หลักการพื้นฐาน 3 ข้อของการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นพื้นฐาน ในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้

1. การทำให้เด็กเกิดการตื่นตัวแบบผ่อนคลาย การสร้างบรรยากาศให้เด็กไม่รู้สึก
เหมือนถูกกดดัน แต่มีความท้าทาย ชวนให้ค้นคว้าหาคำตอบ

2. การทำให้เด็กจดจ่อในสิ่งเดียวกัน การใช้สื่อหลายๆ แบบ รวมทั้งการยกปรากฏการณ์
จริงมาเป็นตัวอย่าง และการเปรียบเทียบให้เห็นภาพ การเชื่อมโยงความรู้หลายๆ อย่าง การอธิบาย
ปรากฏการณ์ด้วยความรู้ที่เด็กได้รับ

3. ทำให้เกิดความรู้จากการกระทำด้วยตนเอง การให้เด็กได้ลงมือทดลองประดิษฐ์
หรือได้เล่าประสบการณ์จริงที่เกี่ยวข้อง

โดยผู้วิจัยได้สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยจัดกิจกรรมที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เกิดการ
ลงมือปฏิบัติมากที่สุด ซึ่งมีรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกิจกรรม 5 Es ตามขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (engagement) นำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้รูปภาพ หรือ
คำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจ

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration) ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม เพื่อ
สำรวจค้นหาคำตอบหรือความรู้ เรื่องระบบนิเวศ

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) นำข้อมูล ข้อสังเกต ที่ได้จากการ
สำรวจ ค้นหา มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้

4. ขั้นขยายความรู้ (elaboration) นำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบาย
สถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ

5. ขั้นประเมิน (evaluation) นำความรู้และประสบการณ์ที่ได้มานำเสนอ จาก
ขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ ใช้กับเนื้อหาที่เกี่ยวข้องต่อไป

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้วิชา
วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยพิจารณาจากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร โดยวัดความสามารถด้านต่างๆ
4 ด้าน คือ

1. ด้านความรู้ ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกสิ่งที่เคยเรียนมาแล้ว
เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ หลักการ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความหมาย ขยายความ
และแปลความรู้โดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ หลักการ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

3. ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างกันออกไป หรือสถานการณ์ที่คล้ายคลึงโดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคล ในการสืบเสาะหาความรู้โดยผ่านการปฏิบัติ และฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบจนเกิดความคล่องแคล่วชำนาญสามารถเลือกใช้กิจกรรมต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม สำหรับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการลงความคิดเห็น จากข้อมูล ทักษะการจัดกระทำสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป

3. จิตวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ลึกของบุคคลที่มีต่อความคิด การกระทำ และการตัดสินใจในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็นเป็นพฤติกรรม ได้แก่ ความสนใจ ใฝ่รู้ ความซื่อสัตย์ ความอดทน มุ่งมั่น การมีใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็น ความคิดสร้างสรรค์ มีความสงสัยและกระตือรือร้นที่จะหาคำตอบ ยอมรับเมื่อมีประจักษ์พยานหรือเหตุผลที่เพียงพอ ซึ่งวัดได้จากคะแนนที่นักเรียนตอบแบบสอบถามวัดจิตวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามวิธีของลิเคิร์ตดังต่อไปนี้

1. ความสนใจใฝ่รู้ หมายถึง คุณลักษณะนิสัยที่แสดงถึงการช่างซักถาม ช่างอ่าน ริเริ่มสิ่งใหม่ ตื่นเต้นเมื่อได้ข้อมูลหรือความคิดใหม่เพิ่มเติม

2. ความซื่อสัตย์ หมายถึง คุณลักษณะนิสัยที่แสดงถึงการรายงานสิ่งที่สังเกตได้ตามความเป็นจริงไม่เปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขข้อมูล

3. ความอดทน มุ่งมั่น หมายถึง คุณลักษณะนิสัยที่ไม่ท้อถอยเมื่อมีอุปสรรค หรือมีความล้มเหลวในระหว่างการดำเนินการแก้ปัญหา ดำเนินการทดลองจนกว่าจะได้คำตอบ

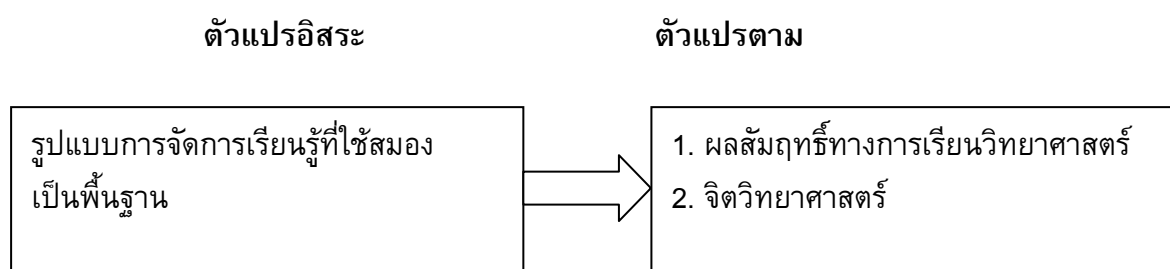
4. การมีใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็น หมายถึง คุณลักษณะนิสัยที่แสดงถึงการตรวจสอบความคิดของตนเองจากแหล่งที่นำเชื่อถือ ไม่เชื่อใครง่ายๆ ยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานสนับสนุนหนักแน่น

5. ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง คุณลักษณะนิสัยที่แสดงถึงการช่างคิด ช่างซัก ช่างถาม ช่างอ่าน และแสวงหาความรู้หรือข้อมูลใหม่ๆ เพื่อให้ได้คำตอบที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ให้ความสนใจในเรื่องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่กำลังเป็นปัญหาสำคัญในชีวิตประจำวันและสถานการณ์ใหม่ๆ

6. มีความสงสัยและกระตือรือร้นที่จะหาคำตอบ หมายถึง คุณลักษณะที่แสดงถึงการนำวิธีการหลายๆ วิธีมาตรวจสอบ ไตร่ตรอง พิสูจน์วิเคราะห์ ทำการตรวจสอบข้อมูล

7. ยอมรับเมื่อมีประจักษ์พยานหรือเหตุผลที่เพียงพอ หมายถึง คุณลักษณะที่แสดงถึงการเป็นผู้มีใจกว้าง รับฟังความคิดหรือข้อโต้แย้งที่มีเหตุผลของผู้อื่น ไม่ยึดมั่นในความคิดของตนฝ่ายเดียว ยอมรับพิจารณาข้อมูลหรือความคิดเห็นที่ยังสรุปไม่ได้ และพร้อมที่จะหาข้อมูลเพิ่มเติม

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน มีจิตวิทยาาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาตามหัวข้อ ต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน
 - 1.1 สมองกับการเรียนรู้
 - 1.2 พัฒนาการของสมอง
 - 1.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสมอง
 - 1.4 หลักการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
 - 2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 2.2 กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
 - 2.3 การวัดและการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับจิตวิทยาศาสตร์
 - 3.1 ความหมายของจิตวิทยาศาสตร์
 - 3.2 แนวทางการพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน
 - 4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
 - 4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับจิตวิทยาศาสตร์

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน

การจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้าง และการทำงานของสมอง การเรียนรู้ย่อมเกิดขึ้นได้เสมอ ตราบใดที่สมองไม่ถูกสกัดกั้นจากการย่อยข้อมูล ในลักษณะการทำงานที่เป็นปกติอาจกล่าวได้ว่าคนทุกคนเกิดและเติบโตมาพร้อมกับสมองที่มีพลังในการย่อยข้อมูลเป็นสมองแห่งการเรียนรู้ได้ อย่างไรก็ตามการจัดการเรียนการสอนแบบดั้งเดิมจะเป็นตัวสกัดกั้นการเรียนรู้ได้ โดยการที่ผู้เรียนถูกบั่นทอนกำลังใจ ได้รับการเพิกเฉยหรือได้รับการลงโทษเป็นต้น (อรนุช ลิมตศิริ. 2549: 45)

ฮาร์ท (อรนุช ลิมตศิริ. 2549: 45; อ้างอิงจาก Hart. 1983) ได้เสนอความคิดว่าในการจัดการเรียนการสอนนั้น ถ้าเราไม่ได้ตระหนักว่าสมองเรียนรู้ได้อย่างไร ก็สามารถเทียบเคียงได้กับการออกแบบถุงมือ โดยไม่ตระหนักถึงลักษณะของมือว่ามีรูปร่าง หน้าตาอย่างไร หรือมีการเคลื่อนไหวอย่างไร

การเทียบเคียงในลักษณะนี้ จึงชี้ให้เห็นว่า เราจำเป็นต้องทำความเข้าใจกับการทำงานของสมองและ
 ปรึการเรียนการสอนตามการทำงานของสมอง

1.1 สมองกับการเรียนรู้

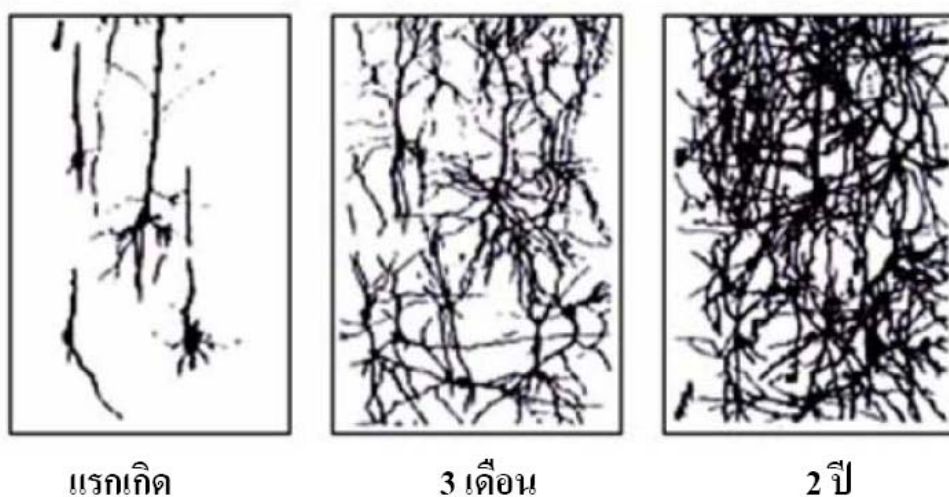
วิโรจน์ ลักษณะอดิศร ได้กล่าวไว้เป็นข้อต่อไปนี้

1. คนเราเกิดมาพร้อมกับจำนวนเซลล์สมองที่เพียงพอต่อการดำรงชีวิต
2. การขยายตัวของสมองไม่ได้มาจากการเพิ่มจำนวนเซลล์ของสมอง แต่มาจาก
 “ใยประสาท”
3. สมองมีความยืดหยุ่น หากเราใช้สมองในการแก้ไขปัญหา สมองก็จะมีการสร้างใย
 ประสาทเพิ่มขึ้น แต่ถ้าไม่ได้ใช้ใยประสาทก็จะถูกทำลายลงไป
4. อารมณ์มีความสัมพันธ์กับการเรียนรู้ โดยอารมณ์จะเป็นตัวช่วยเราในการเรียก
 ความทรงจำเดิมที่เก็บไว้ในสมอง
5. ภาวะของสมองที่เหมาะสมที่สุดต่อการเรียนรู้ว่า ความตื่นตัวแบบผ่อนคลาย
6. การเรียนรู้จะประสบความสำเร็จที่สุดเมื่อกิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวข้องโดยตรง
 กับประสบการณ์ทางกายภาพที่เป็นรูปธรรมจับต้องได้
7. เราจะจำสิ่งต่างๆ ได้แม่นยำที่สุดเมื่อข้อเท็จจริงต่างๆ และทักษะฝังอยู่ในจาก
 กิจกรรมในชีวิตจริงตามธรรมชาติ ซึ่งจะทำให้เกิดความจำการเรียนรู้โดยอาศัยประสบการณ์
8. เราเรียนรู้สิ่งต่างๆ เหล่านั้นโดยการปฏิบัติ หรือการฝึกทำ
9. สมองซีกซ้าย คือ ตรรกะ ตัวเลข การวิเคราะห์
10. สมองซีกขวา สังการเกี่ยวกับ ศิลปะ ดนตรี จินตนาการ การสังเคราะห์

1.2 พัฒนาการของสมอง

แรกเกิดสมองจะมีจำนวนเซลล์สมองประมาณหนึ่งแสนล้านเซลล์ มีสายใยประสาทเชื่อมโยง
 ถึงกันได้บ้าง แต่ไม่มากมายนัก ประมาณร้อยละ 20 และยังไม่มียีนหรือฮอร์โมนแห่งประสาท เมื่อเด็ก
 เจริญเติบโตจำนวนเซลล์สมองไม่ได้เพิ่มขึ้น แต่จะขยายตัวและเพิ่มสายใยประสาท เพื่อเชื่อมระหว่างเซลล์
 ทำให้เกิดการเรียนรู้ และส่งผ่านข้อมูลเกิดการสื่อสารถึงกันได้ เกิดการทำงานของสมองต่อไปโดยใยประสาท
 จะเกิดขึ้นมากน้อยหรือไม่เกิดขึ้นเลย ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของชีวิต การกระตุ้นจากสิ่งแวดล้อม อาหาร
 ที่สมบูรณ์และเหมาะสมตามวัยเด็กที่กำลังเจริญเติบโต ซึ่งจะช่วยสร้างสายใยประสาทได้เร็วกว่าผู้ใหญ่
 และยิ่งถูกกระตุ้นใช้บ่อยๆ โดยข้อมูลต่างๆ จะผ่านประสาทสัมผัสทั้งห้า (หู ตา จมูก ลิ้น สัมผัส) ใยประสาท
 ก็จะแข็งแรง และเพิ่มจำนวนมากขึ้น ข้อมูลก็จะเดินทางได้เร็ว ทำให้เรียนรู้ได้ง่ายขึ้นร้อยละ 83 ของ
 ใยประสาทที่เกิดขึ้นหลังคลอด

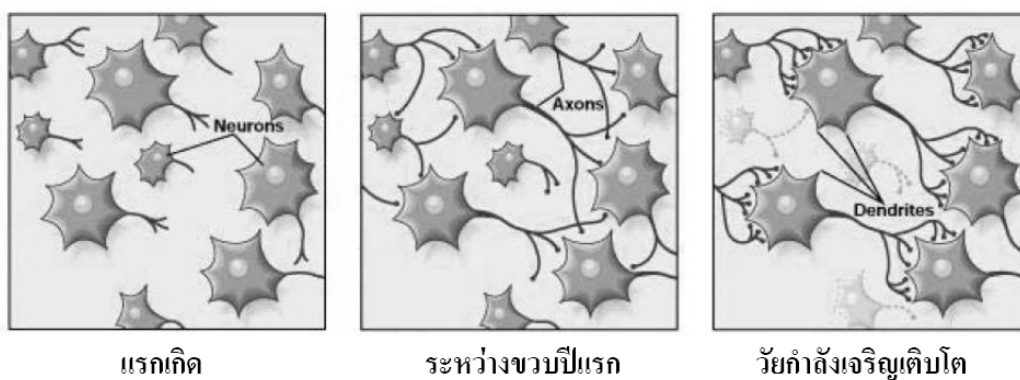
ใน 2 ปีแรก สมองจะเรียนรู้อย่างรวดเร็ว และจะพัฒนาการเคลื่อนไหว การมองเห็น และ
 การได้ยินเสียงก่อนอย่างอื่นใด โดยเซลล์สมองแต่ละตัวจะเชื่อมกัน 5,000 ถึง 10,000 ตัว มีสายใยประสาท
 ประมาณ 20,000 สายใย และมีจุดเชื่อมทั้งหมดประมาณ 50 ล้านล้านจุด



ภาพประกอบ 2 แสดงใยประสาทของสมองวัยต่างๆ

ที่มา: <http://www.advisor.anamai.moph.go.th/tamra/child/brain01.html#brain01>

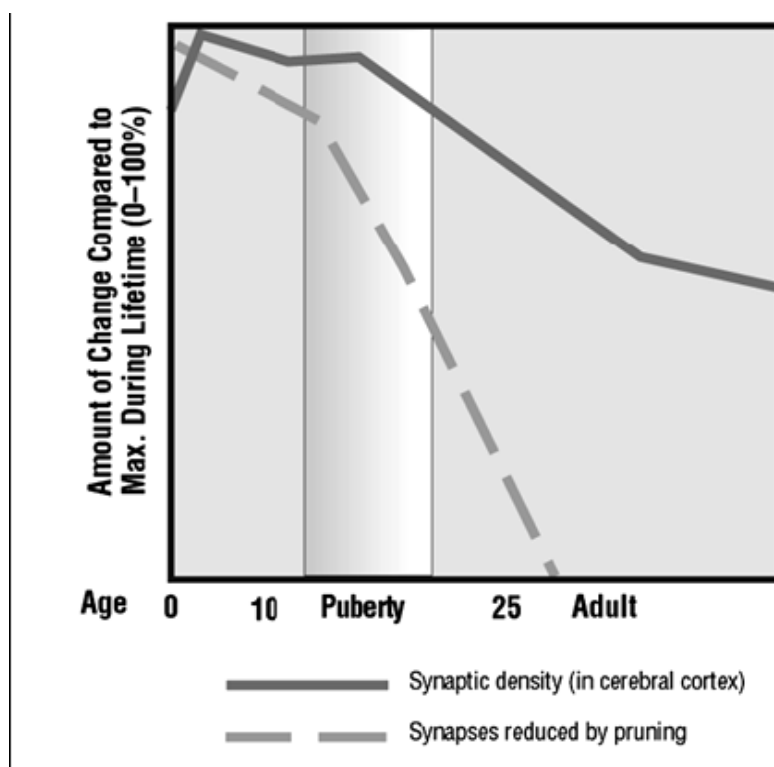
แต่บางครั้งถึงแม้ว่าจำนวนเซลล์สมองจะเท่าเดิม แต่อาจจะสูญเสียการติดต่อสื่อสารระหว่างเซลล์ด้วยกันได้ ซึ่งเกิดจากสมองที่ไม่ได้ถูกกระตุ้นหรือไม่ถูกใช้งานในช่วงระยะเวลาที่เหมาะสม โดยเฉพาะในวัยที่กำลังเจริญเติบโต เรียกว่า **Neural pruning** (Diamonds & Hopson, 1998)



ภาพประกอบ 3 แสดงการเชื่อมต่อของเซลล์สมองในวัยต่างๆ

ที่มา : <http://www.msu.edu/course/asc/333/casby/NeuroPrimer.html>

วัยแรกเกิดมีการเชื่อมต่อระหว่างเซลล์สมองน้อยมากและจะพัฒนาขึ้นเรื่อยๆ ในช่วงระหว่างขวบปีแรก เมื่ออยู่ในวัยที่กำลังเจริญเติบโต (ภายใน 10 ขวบแรก) เซลล์สมองบางส่วนที่ไม่ได้ถูกกระตุ้นหรือไม่ถูกใช้งาน ก็จะถูกริดทอนการเชื่อมต่อตามธรรมชาติ ซึ่งจะทำให้เราสูญเสียความทรงจำ และไม่เกิดการเรียนรู้และการทำงานของเซลล์สมองกลุ่มนั้นไป



ภาพประกอบ 4 แสดงพัฒนาการของสมองจากแรกเกิดจนถึงวัยผู้ใหญ่

ที่มา: <http://www.ascd.org/portal/site/ascd/template.chapter/menuitem.b71d101a2f7>

อัตราการเจริญเติบโตของสมองจะสูงที่สุดในช่วง 2 ปีแรก และลดอัตราการสร้างสายใยประสาทลงเล็กน้อยจนถึงวัย 6 – 10 ปี และหลังจากนี้จะปรับเปลี่ยนลงบ้างจนถึงวัยชรา ซึ่งใยประสาทยังคงเกิดขึ้นแต่น้อยลงมาก ขึ้นอยู่กับการกระตุ้นและการใช้งานสมองบ่อยๆ เป็นต้น ด้วยเหตุนี้เราจะเห็นได้ว่าเด็กๆ จะเรียนรู้ได้เร็วกว่าผู้ใหญ่ มีงานวิจัยชิ้นหนึ่งน่าสนใจมาก ในคอนแวนต์ที่แมนคาโต มินเนโซต้า มีแม่ชีอายุยืนยาวมากมาย โดยมีอายุเฉลี่ย 85 ปี มีอายุเกิน 95 ปีอยู่ 25 คน และมีอายุเกิน 100 ปีอีกหลายคน นักวิจัย พบว่า สมองของแม่ชีเหล่านี้มีหยักสมองเหมือนคนปกติ มีเซลล์สมองลดลงกว่า

คนหนุ่มสาว แต่เซลล์สมองก็ยังมีมากกว่าที่คาดเอาไว้ และน่าแปลกตรงที่สมองของแม่ซีเหล่านี้จะมีใยประสาทต่อเชื่อมระหว่างเซลล์สมองแต่ละเซลล์มาก แม้ว่าอายุจะมากขึ้นเท่าใด แต่ใยประสาทก็ไม่หยุดเชื่อมต่อกันและกันจากงานวิจัยนี้ทำให้เราตระหนักได้ว่า เราไม่อาจปล่อยให้สมองอยู่นิ่งเฉยได้ ต้องกระตุ้นการทำงานของสมองอยู่บ่อยๆ มันจึงจะคงประสิทธิภาพในการทำงาน และทำให้อายุยืนยาวด้วย ตรงกันข้ามถ้าปล่อยให้สมองเฉยๆ ไม่มีการบริหารสมองเลย มันก็จะเสื่อมและฝ่อไป

1.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสมอง

ธีรพงษ์ แสงสิทธิ์ ได้กล่าวว่า แนวคิด Brain Based Learning เป็นวิธีการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้สอดคล้องกับวิธีการทำงานของสมองแทนที่จะสอดคล้องกับอายุ ซึ่งจากการศึกษาเกี่ยวกับกลไกการทำงานของสมอง เราพบว่า สมองจะเจริญเติบโตได้ดีจากสิ่งต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. สิ่งแวดล้อมทางสังคม และอาหารที่สมบูรณ์ โดยเฉพาะในระยะวัยเด็กก่อน 10 ขวบ
2. มนุษย์เป็นสัตว์สังคม และการเรียน คือ การมีกิจกรรมทางสังคม เราเรียนดีขึ้นเมื่อเราทำงานกลุ่มด้วยกัน
3. ความสัมพันธ์อันอ่อนโยนอบอุ่นในการเลี้ยงดู หรือดูแล
4. การมีปฏิสัมพันธ์ต่อสิ่งแวดล้อม
5. สมองควรจะถูกใช้และถูกกระตุ้นทุกอณู และใช้คิดสิ่งต่างๆ ที่ท้าทายต่อเด็กเล็กๆ จะเรียนโดยการเล่น และการได้สัมผัสประสบการณ์ต่างๆ (Exploration) การเล่นและการได้สัมผัสกับของจริงส่วนเด็กโต ควรให้ทำกิจกรรมการทำงานตามวัย
6. การเล่น การทำกิจกรรม การทำงานเป็นสิ่งที่สำคัญสำหรับการเรียนรู้ โดยเฉพาะการพัฒนาสมองซีกขวา และใยประสาท
7. ให้มีความเครียดน้อยสุด คิดและทำสิ่งที่ท้าทายมากที่สุด

1.4 หลักการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน

เคน และ เคน (อรนุช ลิมตศิริ. 2549: 45; อ้างอิงจาก Caine & Caine. 1994) ได้สรุปหลักการของการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐานดังนี้

1. สมองเป็นเครื่องประมวลผลที่ทำงานในเชิงขนาน (The Brain is a Parallel Processor) ต้องใช้การเรียนรู้หลายๆ แนวทาง หลายๆ วิธีการที่ทำให้เด็กมุ่งสนใจในสิ่งที่กำลังเรียนรู้
2. การเรียนรู้ต้องอาศัยการทำงานของระบบสรีระทั้งหมด (Learning Engages the Entire Physiology) การควบคุมอารมณ์ การสร้างความสนุกสนาน โภชนาการ การออกกำลังกาย การเล่นเพื่อผ่อนคลาย มีส่วนสำคัญต่อการเรียนรู้
3. มนุษย์มีความอยากที่จะค้นหาความหมายแต่กำเนิด (The Search for Meaning is Innate) การสร้างความท้าทาย การเรียนรู้ด้วยคำถาม
4. การค้นหาความหมายของมนุษย์เป็นกิจกรรมที่เป็นรูปแบบ (The Search for Meaning Occurs Through "Patterning") การเรียนรู้ จะต้องมึรูปแบบ มีระบบ มีความเข้าใจ เน้นการประยุกต์ใช้ หรือยกตัวอย่างจริง หรือตัวอย่างเปรียบเทียบ

5. อารมณ์มีความสำคัญต่อการทำงานแบบมีรูปแบบ (Emotion are Critical to Patterning) ให้ความสำคัญต่อความรู้สึก มีความเข้าใจว่า เด็กแต่ละคนมีความแตกต่างกัน

6. สมองประมวลข้อมูลแบบเป็นส่วนย่อยๆ และแบบทั้งหมดพร้อมๆ กัน (The Brain Processes Parts and Wholes Simultaneously) การสร้างความเข้าใจแบบที่ละส่วน แล้วมีเน้นการเชื่อมโยงของสิ่งที่เรียนรู้ และเชื่อมโยงกับชีวิตจริงเสมอ ให้รู้สึกว่าคุณรู้ที่ได้ไปนั้นมีประโยชน์

7. การเรียนรู้อาศัยทั้งการจดจ่อต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง และการรับรู้ต่อสภาพรอบข้าง (Learning Involves Both Focused Attention and Peripheral Perception) สภาพแวดล้อมที่สอดคล้องเหมาะสมกับหัวข้อการเรียนรู้จะทำให้ เด็กสามารถเรียนรู้ได้ดีขึ้น

8. การเรียนรู้เกิดขึ้นเกี่ยวข้องกับกระบวนการรับรู้ต่างๆ ทั้งขณะที่มีสติรับรู้ และขณะที่ไม่มีสติรับรู้อยู่เสมอ (Learning Always Involves Conscious and Unconscious Processes) การเรียนรู้ที่ดี ควรทิ้งโจทย์อะไรให้เด็กได้ไปคิดต่อ

9. เรามีวิธีจัดการกับการจดจำอย่างน้อยสองวิธี การจดจำเป็นกระบวนการหนึ่งในการเรียนรู้แต่การจดจำวิธีที่หนึ่ง ก็คือ การจดจำโดยมีรูปแบบในการจดจำ และอีกวิธีหนึ่งก็คือ การจูงใจให้เด็กสนุกที่จะจดจำ หรือรับรู้โทษของการจำไม่ได้ การจดจำจะทำให้เด็กสามารถเรียกความรู้นั้นมาใช้ได้ทันที

10. เราเข้าใจได้ง่าย และจดจำได้อย่างแม่นยำ เมื่อสิ่งนั้น หรือทักษะนั้นมีอยู่ในระบบการจดจำแบบธรรมชาติที่มีความสัมพันธ์กับตัวเรา การเรียนรู้ต้องสอดคล้องกับกิจกรรมในชีวิตประจำวัน หรือสิ่งที่มีอยู่จริงในสภาวะแวดล้อม การเรียนนอกสถานที่ การให้เด็กเล่าเรื่องที่พบ การใช้สังคมเป็นตัวหลักให้เกิดการเรียนรู้

11. การเรียนรู้แบบซับซ้อนจะถูกกระตุ้นโดยความท้าทาย และถูกยับยั้ง โดยการถูกข่มขู่ (Complex Learning is Enhanced by Challenge and Inhibited by Threat)

- การลงโทษ เมื่อนักเรียนทำผิดพลาดจะเป็นการหยุดยั้งการเรียนรู้ ควรให้โอกาสเด็กได้ลองปฏิบัติ ตามแนวคิดของเขา

12. สมองของแต่ละคนมีความเฉพาะตัวไม่เหมือนกัน (Every Brain is Uniquely Organized)

- เด็กควรมีทางเลือกในศาสตร์ที่ต้องการที่จะเรียนรู้ และได้รับการสนับสนุนอย่างเต็มที่ พร้อมกับการปรับปรุงทักษะที่ด้อยให้อยู่ในระดับปกติมาตรฐาน

รีเกิล และ จีออเฟอรรี (Regate & Geoffrey Caine) นักวิจัยเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับสมองเป็นหลักได้เสนอทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน 12 ข้อ ดังต่อไปนี้

1. สมองเป็นกระบวนการคู่ขนาน

สมองเป็นอวัยวะที่มีความสำคัญที่สุดในร่างกายของคนเรา เพราะการที่มนุษย์สามารถเรียนรู้สิ่งต่างๆ ได้นั้นจะต้องอาศัยสมองและระบบประสาทเป็นพื้นฐานของการรับรู้ รับความรู้สึก

จากประสาทสัมผัส ได้แก่ ตาทำให้เห็น หูทำให้ได้ยิน จมูกทำให้ได้กลิ่น ลิ้นทำให้ได้รับรส และผิวหนังทำให้เกิดการสัมผัส

แนวการจัดกิจกรรมการสอน

ครูจำเป็นต้องใช้กลวิธีและเทคนิคที่หลากหลาย เพื่อกระตุ้นสมองของนักเรียน ไม่มีวิธีหรือเทคนิคของใครสมบูรณ์ที่สุด ดังนั้น การสอนที่ดีต้องสอดคล้องกับการที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมายของการศึกษานั้น ขึ้นอยู่กับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ซึ่งกระบวนการเรียนรู้ของบุคคลนั้นมีความหลากหลายและแตกต่างกันไปตามประสบการณ์และความสามารถ พื้นฐานของบุคคลนั้นๆ หรือ Style การเรียนรู้มีหลายรูปแบบ โดยพบว่าห้องเรียนหนึ่งๆ มักจะมีผู้หนดการเรียนรู้อยู่ 4 รูปแบบ คือ นักทฤษฎี นักวิเคราะห์ นักปฏิบัติ และนักกิจกรรม ดังนั้น ครูจึงจำเป็นต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมและเอื้อต่อผู้เรียนทั้ง 4 แบบอย่างเสมอภาคกัน เพื่อให้ผู้เรียนมีความสุข สนุกสนาน เกิดความสุขในการเรียนรู้ตามรูปแบบที่ตนถนัด รวมทั้งยังมีโอกาสพัฒนาความสามารถด้านอื่นๆ ที่ตนเองไม่ถนัดด้วยวิธีการหลากหลายอีกด้วย โดยอาจเริ่มจากรู้จักผู้เรียนเป็นรายบุคคล แล้ววางแผนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับลักษณะของผู้เรียน รวมทั้งสร้างโอกาสให้เขาได้พัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง

2. สมองกับการเรียนรู้

สมองไม่ได้มีหน้าที่เฉพาะรับรู้แต่เพียงอย่างเดียว แต่จะเป็นอวัยวะที่สำคัญต่อการพัฒนาของอวัยวะทั้งหมดของร่างกาย ซึ่งจะรวมถึงการคิด การเรียนรู้ การจำ และพฤติกรรมของมนุษย์มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ครูผู้สอนควรมีความรู้เรื่องที่เกี่ยวข้องกับการทำงานและการพัฒนาของสมอง เพื่อจะได้วางแผนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในลักษณะที่กระตุ้นให้สมองคิดและทำงานแบบท้าทาย ยั่วเย้ามากที่สุด ผู้เรียนได้คิดและแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ในทุกด้านซึ่งจะทำให้ผู้เรียนได้พัฒนากระบวนการคิด และเรียนรู้เต็มตามศักยภาพ เป็นรากฐานไปสู่การเป็นคนดี คนเก่งและมีความสุขในการดำรงชีวิต และเมื่อเติบโตขึ้นจะได้เป็นเยาวชนพลเมืองที่ดีของสังคมต่อไป

แนวการจัดการเรียนการสอน

วิธีการเตรียมความพร้อมทางสมอง

1. การดื่มน้ำ ควรดื่มน้ำบริสุทธิ์ วันละ 6 – 8 แก้ว เพราะถ้าร่างกายได้รับน้ำอย่างเพียงพอจะทำให้เซลล์สมองทำหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. การรับประทานอาหาร ควรรับประทานอาหารให้ครบ 5 หมู่ ซึ่งถูกต้องตามหลักโภชนาการ เพราะอาหารจะทำให้เซลล์ประสาท / เซลล์สมองเจริญเติบโต ส่งผลให้ความจำดี และเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ
3. การหายใจ ควรฝึกหายใจให้ลึกๆ ช้าๆ และมีจังหวะที่แน่นอน เพราะสมองต้องการออกซิเจน และออกซิเจนช่วยให้กระบวนการคิดดี ซึ่งถ้ามีการหายใจที่ถูกต้องจะช่วยให้เกิดสมาธิ สมองปลอดโปร่งลดสภาพการหลงๆ ลืมๆ และสามารถป้องกันโรคสมองเสื่อมได้

4. การฟังเพลง / ดนตรี ควรหาโอกาสฟังเพลง / ดนตรี จะกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้และกระตุ้นการทำงานของสมองทั้งสองซีกให้สอดคล้องกันทั้งระบบ การฟังเพลงที่มีคุณภาพทำให้สมองผลิต Alpha Waves และ Theta Waves ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างรวดเร็วและเกิดความคิดสร้างสรรค์ขั้นสูง

5. การคลายความเครียด ความเครียดเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ ดังนั้น ควรหาเวลาพักผ่อน ออกกำลังกาย จัดลำดับความสำคัญของงาน การหัวเราะ / ยิ้ม ทำให้จิตใจเบิกบาน ไม่เครียดและไม่คิดว่าตัวเองเป็นคนไร้ค่า

6. การบริหารสมอง การบริหารสมองเป็นระบบการเคลื่อนไหวร่างกายที่จะช่วยให้สมองทำงานอย่างดี เป็นการเชื่อมโยงระหว่างการเคลื่อนไหวร่างกายกับการทำงานของสมอง

3. การเรียนรู้มีมาแต่กำเนิด

ในการเรียนรู้ของบุคคลเรานั้นจะเกิดขึ้นตั้งแต่เริ่มมีชีวิตและเป็นที่ยุติกัน โดยทั่วไปว่าการเรียนรู้ที่ดีที่สุดนั้นจะต้องลงมือปฏิบัติด้วยตนเองหรือเป็นการเรียนรู้โดยประสบการณ์ตรง

การเรียนรู้กับการเรียนการสอน การที่จะทำให้ผู้เรียนได้มีโอกาสศึกษาเรียนรู้เพื่อเป็นผู้ที่เก่ง ดี และมีความสุขได้นั้น ย่อมขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการด้วยกัน แต่ปัจจัยหนึ่งที่สำคัญยิ่ง ได้แก่ การจัดการเรียนการสอน เพราะหัวใจของการเรียนการสอน คือ การเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งถ้าหากมีการจัดการเรียนการสอนที่ดี ย่อมก่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีได้

ลักษณะการเรียนการสอนที่ดีมีดังต่อไปนี้

1. ต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
2. เน้นความต้องการของผู้เรียนเป็นหลัก
3. ต้องพัฒนาคุณภาพชีวิตของผู้เรียน
4. ต้องเป็นที่น่าสนใจไม่ทำให้ผู้เรียนรู้สึกเบื่อหน่าย
5. ต้องดำเนินไปด้วยความเมตตากรุณาต่อผู้เรียน
6. ต้องทำทนายให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้
7. ต้องตระหนักถึงเวลาที่เหมาะสมที่ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้
8. ต้องสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้โดยการปฏิบัติจริง
9. ต้องสนับสนุนส่งเสริมการเรียนรู้
10. ต้องมีจุดมุ่งหมายของการสอน
11. ต้องสามารถเข้าใจผู้เรียน
12. ต้องคำนึงถึงภูมิหลังของผู้เรียน
13. ต้องไม่มีวิธีการใดวิธีการหนึ่งเท่านั้น
14. การเรียนการสอนที่ดีเป็นพลวัต (Dynamic) คือ มีการเคลื่อนไหวเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ทั้งในด้านการจัดกิจกรรม การสร้างบรรยากาศ รูปแบบ เนื้อหาสาระ เทคนิควิธี ฯลฯ
15. ต้องสอนในสิ่งที่ไม่ไกลตัวผู้เรียนมากเกินไป

16. ต้องมีการวางแผนการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ

ดังนั้น การเรียนรู้ของผู้เรียนจะมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ถ้าผู้วางแผนการเรียนรู้ได้ คำนึงถึง ลักษณะการเรียนรู้ที่ดี วิธีการเรียนรู้ หลักการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ หลักการสอนที่มีประสิทธิภาพ และลักษณะการเรียนการสอนที่ดี ดังที่นำเสนอเพื่อเป็นข้อมูลประกอบการวางแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป

4. รูปแบบการเรียนรู้ของบุคคล

ผู้เรียนในห้องเรียนหนึ่งๆ มักจะมีผู้ถนัดการเรียนรู้ตามรูปแบบของตน ครูจึงจำเป็นต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับผู้เรียนทุกรูปแบบอย่างเสมอภาคกัน เพื่อให้ผู้เรียน มีความสนุกสนาน และเกิดความสุขในการเรียนรู้ตามรูปแบบที่ตนถนัด รวมทั้งยังมีโอกาสพัฒนาความสามารถ ด้านอื่นๆ ที่ตนไม่ถนัดอีกด้วย

แนวการจัดการเรียนการสอน

การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้มิใช่เกิดจากการสั่ง การสอน การถ่ายทอด เพียงอย่างเดียว แต่ต้องเกิดจากประสาทสัมผัสทั้ง 5 ของมนุษย์ มีการรับรู้ คือ การแสวงหาและรับข้อมูล ข้อความจากประสาทสัมผัสต่างๆ มีการบูรณาการความรู้ เป็นการนำข้อมูลข่าวสาร ความรู้ใหม่ที่ได้รับ มาผสมผสานเชื่อมโยงกับประสบการณ์ หรือโครงสร้างของความรู้เดิม เพื่อขยายหรือสร้างความรู้ใหม่ มีการประยุกต์ใช้ คือการนำความรู้มาใช้ในการดำรงชีวิตหรือการแก้ปัญหาในการทำงาน ดังนั้น การจัดการ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่แท้จริงและถาวรนั้น จะต้องจัดให้ครบ องค์ประกอบทั้ง 3 ส่วน ได้แก่ การรับรู้ การบูรณาการความรู้ และการประยุกต์ใช้ เพื่อเป็นการเชื่อมโยงความรู้สู่การปฏิบัติจริงในชีวิต

5. ความสนใจมีความสำคัญต่อการเรียนรู้

ความสามารถพิเศษของมนุษย์ แบ่งออกเป็น 8 ด้านด้วยกัน มนุษย์ย่อมมีความแตกต่างระหว่างบุคคล แต่ละคนมักจะมี ความเก่งไม่เหมือนกัน ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็น ผู้วางแผน ในการพัฒนาตนเอง โดยเริ่มจากรู้จักตนเอง รู้จุดเด่น จุดด้อย ค้นหาวิธีการพัฒนาความเก่งให้แก่ตนเอง ที่จะนำไปสู่การปฏิบัติอย่างมีความสุขและเกิดการเรียนรู้อย่างมี ความหมาย

แนวการจัดการเรียนการสอน

ครูผู้สอนจะต้องมีข้อมูล และรู้จักนักเรียนเป็นรายบุคคล คิดและจัดกิจกรรม เพื่อพัฒนาความถนัด/ความสามารถ หรือความเก่งให้เก่งมากยิ่งขึ้น รวมทั้งการพัฒนาด้านอื่นๆ อีก ให้มีความเก่งหลายๆ ด้าน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงออกถึงความสามารถ หรือความเก่งสู่สาธารณชน โดยอาจจัดเวทีให้แสดงอย่างอิสระ

6. สมองมีหน้าที่สร้างกระบวนการเรียนรู้

สมองของคนเราแบ่งออกเป็น 2 ซีก คือซีกซ้ายกับซีกขวา สมองทั้งสองด้านมีความสัมพันธ์กัน สมองมีหน้าที่ควบคุมการรับรู้ การคิด การเรียนรู้และการจำ ควบคุมการทำงานของอวัยวะต่างๆ ของร่างกาย และควบคุมความรู้สึกและพฤติกรรม จะเห็นได้ว่าสมองไม่ได้มีหน้าที่

เฉพาะรับรู้แต่เพียงอย่างเดียว แต่จะเป็นอวัยวะที่สำคัญต่อการพัฒนาของอวัยวะทั้งหมดในร่างกาย ซึ่งรวมถึงความคิด การเรียนรู้ การจำ และพฤติกรรมของมนุษย์

แนวการจัดการเรียนการสอน

การจัดการเรียนการสอนที่ดี ครูต้องมีความเข้าใจทักษะที่เกี่ยวข้องกับความสามารถพิเศษของสมองแต่ละซีก สมองซีกซ้ายสั่งการทำงานเกี่ยวกับ คำ ภาษา ตรรกะ ตัวเลข/จำนวน ลำดับ ระบบ การคิดวิเคราะห์ และการแสดงออก เป็นต้น สมองซีกขวาจะสั่งการเกี่ยวกับ จังหวะ ดนตรี ศิลปะ จินตนาการ การสร้างภาพ การรับรู้ การเห็นภาพรวม ความจำ ความคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น

7. การเรียนรู้ในสิ่งที่สนใจสามารถรับรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สมองจะซึมซับข้อมูลที่บุคคลมีความสนใจในเรื่องนั้นอยู่แล้ว เชื่อมโยงกับข้อมูลความรู้ใหม่ประสานข้อมูลความรู้เข้าด้วยกัน ซึ่งหมายความว่า การเรียนรู้ของมนุษย์จะมี ประสิทธิภาพสูงขึ้น เมื่อมีการเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์เดิมของผู้เรียนกับการจัด ประสบการณ์ในการเรียนรู้ในแต่ละครั้ง

แนวการจัดการเรียนการสอน

ควรจัดเนื้อหาที่มีความหลากหลายครอบคลุมทุกมิติของชีวิตมนุษย์กระบวนการเรียนรู้ มีลักษณะหลากหลายร่วมกันในลักษณะผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง แหล่งการเรียนรู้หลากหลาย เช่น เรียนรู้จากสื่อธรรมชาติ จากคำบอกเล่าของผู้เฒ่าผู้แก่ จากแหล่งงานอาชีพของชุมชน จากการค้าคว่ำทางเทคโนโลยี ฯลฯ

8. การเรียนรู้เกิดขึ้นได้เกี่ยวข้องกับกระบวนการทั้งในแบบที่มีจุดมุ่งหมายและไม่ได้ตั้งใจ

การเรียนรู้ของคนส่วนใหญ่มักเกิดการเรียนรู้ขึ้นได้จากสิ่งที่ไม่ได้ตั้งใจ สามารถเรียนรู้ได้จากประสบการณ์ในสถานการณ์จริง เช่น ในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าที่เผชิญอยู่โดยไม่ได้คิดในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นมาก่อน โดยอาศัยประสบการณ์เดิมของแต่ละบุคคล ในการเรียนรู้ที่จะแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

แนวการจัดการกิจกรรมการสอน

ในกระบวนการเรียนรู้นั้น ขณะที่ผู้เรียนเรียนรู้นั้นอาจเป็นแค่การรับรู้ แต่ยังไม่เข้าใจ ความเข้าใจอาจเกิดขึ้นภายหลังจากที่ผู้เรียนสามารถมองเห็นถึงความหมายและความเชื่อมโยงสัมพันธ์กันถึงสิ่งต่างๆ ที่ตนเองรับรู้จากแหล่งความรู้ที่หลากหลาย ในระดับที่สามารถอธิบายเชิงเหตุผลได้ ซึ่งบางครั้งการสอนในชั้นเรียนเมื่อจบลงบางบทเรียนไม่สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ เนื่องจาก การสอนนั้นไม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิมของผู้เรียน

9. การเรียนรู้ที่เกิดจากกระบวนการสร้างความเข้าใจ

การเรียนรู้ที่ดีเกิดจากกระบวนการที่สร้างความเข้าใจ และให้ความหมายกับสิ่งที่รับรู้มา มีการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่เรียนกับชีวิตจริง สอน/แนะนำบนพื้นฐานความรู้ ประสบการณ์ และ

ทักษะที่มีอยู่เดิมของผู้เรียน

แนวทางการจัดการเรียนการสอน

บางครั้งการจำเป็นสิ่งสำคัญและมีประโยชน์ แต่การสอนที่เน้นการจำ ไม่ก่อให้เกิด ความเชื่อมโยงให้เกิดการเรียนรู้ และบางครั้งเป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาความเข้าใจ ถ้าครูไม่ได้ศึกษาลีลา รูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละประเภทว่า มีความชื่นชอบ ความถนัด วิธีการเรียนรู้ หลักการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ และจัดกิจกรรมการสอนให้สอดคล้องกับผู้เรียนแต่ละประเภทจะส่งผลต่อการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพเช่นเดียวกัน

10. การเรียนรู้เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น

ภาษาแรกของมนุษย์เราถูกเรียนรู้จากประสบการณ์ ที่มีปฏิสัมพันธ์กันอย่างหลากหลาย ด้วยคำศัพท์และไวยากรณ์ถูกเรียนรู้ โดยกระบวนการเรียนรู้ภายในของบุคคลที่เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสังคมและสิ่งแวดล้อมภายนอก

แนวทางการจัดการเรียนการสอน

ครูจำเป็นต้องใช้กิจกรรมที่เป็นสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ประกอบด้วย การสาธิต การทำโครงการ ทักษะศึกษา การรับรู้ประสบการณ์ด้วยการมองเห็นของจริง การเล่าเรื่อง ละคร และการมีปฏิสัมพันธ์ต่อคนหลายๆ ประเภท การเรียนแบบมุ่งประสบการณ์ทางภาษา สามารถเรียนรู้ได้ในกระบวนการโดยผ่านเรื่องหรือการเขียนความสำเร็จขึ้นอยู่กับการใช้ประสาทสัมผัส และให้ผู้เรียนพบประสบการณ์ที่ซับซ้อนและมีความเกี่ยวข้องกันในเนื้อหา ครูไม่ควรเป็นเพียงผู้บรรยาย แต่ควรเป็นผู้กำกับที่ทำให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์ที่ส่งผลต่อการเรียนรู้

11. การเรียนรู้คือการส่งเสริมให้ผู้เรียนเผชิญกับสถานการณ์สิ่งแวดล้อมที่กระตุ้นการเรียนรู้

เซลล์สมองจะเกิดมีการเชื่อมต่อย่างสูงสุด เมื่อถูกกระตุ้นให้เผชิญกับสถานการณ์ที่ทำให้ท้าทายให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ โดยผ่านกระบวนการเล่นอย่างสนุกสนาน และมีความสุข ปราศจากความเครียด เพราะความเครียดเป็นสิ่งที่บั่นทอนการเรียนรู้ของผู้เรียนได้

แนวทางการจัดการเรียนการสอน

ควรสร้างสถานการณ์และสิ่งแวดล้อมให้ปลอดภัย เพื่อการเรียนรู้ โดยผ่านการเล่นแบบท้าทาย การเสียง ความสนุกสนาน เป็นสิ่งจำเป็นที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ การถูกทำโทษ อันเนื่องมาจากความผิดพลาดจะทำให้เป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ ครูจึงไม่ควรลงโทษผู้เรียน ในการเข้าร่วมกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนเผชิญกับสถานการณ์แวดล้อมที่กระตุ้นการเรียนรู้

12. สมองของบุคคลมีความเท่าเทียมกัน

มนุษย์ทุกคนมีระบบสมองที่เหมือนกัน ถึงแม้ว่าทุกคนจะมีศักยภาพแตกต่างกัน ในด้านความรู้ความถนัดที่มีอยู่เดิม ตามสภาพแวดล้อมของแต่ละคน แต่เราสามารถเรียนรู้ได้เต็มตามศักยภาพได้อย่างเท่าเทียมกัน

แนวการจัดการเรียนการสอน

ผู้เรียนมีความแตกต่างกันเกี่ยวกับความสามารถทางสติปัญญา ความสามารถ ความเก่งของมนุษย์ คือ ทฤษฎีพหุปัญญา ความเป็นคนเก่งคืออะไร มีคำตอบมากมายหลายรูปแบบ แต่สรุปรวมได้ว่าคนเก่ง คือ ผู้มีความสามารถด้านใดด้านหนึ่งเฉพาะด้านหรือหลายๆ ด้าน ที่แสดงออกถึงความสามารถได้อย่างเป็นที่ประจักษ์ ในการพัฒนาความเก่งนั้น ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นผู้วางแผนในการพัฒนาตนเอง โดยเริ่มจากการรู้จักตนเอง รู้จุดเด่นจุดด้อย ค้นหาวิธีพัฒนาความเก่งให้แก่ตนเองที่จะนำไปสู่การปฏิบัติอย่างมีความสุขและเกิดการเรียนรู้ อย่างมีความหมาย ภายใต้การดูแล กระตุ้นให้คำแนะนำ อำนวยความสะดวกของครู พ่อแม่ ผู้ปกครองและผู้เกี่ยวข้อง ดังนั้น จะเห็นได้ว่า ความเก่งพัฒนาได้ถ้ารู้วิธีและทำถูกวิธี

วิโรจน์ ลักษณะอดิสร ได้สรุปหลักการพื้นฐาน 3 ข้อของการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน ดังนี้

1. การทำให้เด็กเกิดการตื่นตัวแบบผ่อนคลาย
 - การสร้างบรรยากาศให้เด็กไม่รู้สึกรู้สีกเหมือนถูกกดดัน แต่มีความท้าทาย ชวนให้ค้นคว้าหาคำตอบ
2. การทำให้เด็กจดจ่อในสิ่งเดียวกัน
 - 2.1 การใช้สื่อหลายๆ แบบ รวมทั้งการยกปรากฏการณ์จริงมาเป็นตัวอย่าง และการเปรียบเทียบให้เห็นภาพ
 - 2.2 การเชื่อมโยงความรู้หลายๆ อย่าง
 - 2.3 การอธิบายปรากฏการณ์ด้วยความรู้ที่เด็กได้รับ
3. ทำให้เกิดความรู้จากการกระทำด้วยตนเอง
 - การให้เด็กได้ลงมือทดลอง ประดิษฐ์ หรือได้เล่าประสบการณ์จริงที่เกี่ยวข้อง

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นพื้นฐานนั้น ผู้สอนจะต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับระบบการทำงานของสมองมาใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับช่วงวัย เพื่อก่อให้เกิดศักยภาพการเรียนรู้

2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นพฤติกรรมที่คาดหวัง ให้เกิดขึ้นกับตัวผู้เรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของผู้สอน ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

ไพรัตน์ คำปา (2541: 34) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงความสามารถของบุคคลที่เกิดจากการเรียนการสอน ทั้งด้านความรู้และทักษะที่เกิดหลังการได้รับการฝึกอบรมหรือการสอน

บึงอร ภัทรโกมล (2541: 31) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การวัด การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม สมรรถภาพทางสมองและสติปัญญา เช่น ความรู้ ความเข้าใจในเรื่องต่างๆ ที่เรียนไปแล้วอย่างน้อยเพียงใด โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ซึ่งวัดภายหลังจากการเรียนและจะต้องวัดตามจุดประสงค์ของวิชาและเนื้อหาที่สอน ซึ่งวัดจากคะแนนที่นักเรียนตอบแบบทดสอบ

ทบวงมหาวิทยาลัย (2525: 1 – 5) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ คือ ผลสัมฤทธิ์ทางด้านเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางด้านกระบวนการแสวงหาความรู้ คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุการสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525: 182 – 185) ได้กล่าวถึงการวัดผลและประเมินผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จากพฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ ในวิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ เบนจามิน เอส บลูม (Benjamin, S. Bloom) ว่า มี 5 ประการ ดังนี้

1. พฤติกรรมด้านความรู้ความเข้าใจ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนในด้านความสามารถเรียนรู้ของผู้เรียน ด้านความสามารถในการจดจำ อธิบายและให้เหตุผลเกี่ยวกับคำศัพท์ ข้อเท็จจริง แนวความคิด กระบวนการ หลักการและทฤษฎีต่างๆ ซึ่งมีรายละเอียดครอบคลุมพฤติกรรม ดังต่อไปนี้

- 1.1 ความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์
- 1.2 ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง
- 1.3 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลงที่ใช้ในวิทยาศาสตร์
- 1.4 ความรู้เกี่ยวกับแนวโน้มและการเรียงลำดับ
- 1.5 ความรู้เกี่ยวกับการจำแนกประเภทและหมวดหมู่
- 1.6 ความรู้เกี่ยวกับหลักเกณฑ์
- 1.7 ความรู้เกี่ยวกับวิธีการ
- 1.8 ความรู้เกี่ยวกับหลักการและแนวความคิดสรุป
- 1.9 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้าง
- 1.10 การระบุหรือชี้แจงความรู้ที่อยู่ในสถานการณ์ใหม่หรือเรื่องใหม่
- 1.11 การสื่อความรู้ที่แตกต่างไปจากเดิม

2. พฤติกรรมด้านการสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนในด้านความสามารถในการสังเกต การวัด การมองเห็น ปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา การตีความหมาย และลงข้อสรุป ตลอดจนการสร้าง การทดสอบและการแก้ไข แบบจำลองทฤษฎี ซึ่งเป็น 4 ชั้น ดังนี้

- 2.1 พฤติกรรมด้านการสืบเสาะหาความรู้ ชั้นที่ 1 : การสังเกตและการวัด
 - 2.1.1 การสังเกตวัตถุและปรากฏการณ์ต่างๆ
 - 2.1.2 การบรรยายการสังเกตด้านภาษาที่เหมาะสม
 - 2.1.3 การเลือกเครื่องมือวัดที่เหมาะสม
 - 2.1.4 การคิดคะแนนการวัดและการรู้ถึงข้อจำกัดในความเที่ยงตรงในการวัด

- 2.1.5 การวัดสิ่งของและการวัดการเปลี่ยนแปลงต่างๆ
- 2.2 พฤติกรรมด้านการสืบเสาะหาความรู้ ชั้นที่ 2 : การมองเห็นปัญหา และวิธีการแก้ปัญหา
- 2.2.1 การมองเห็นปัญหา
- 2.2.2 การตั้งสมมติฐาน
- 2.2.3 การเลือกวิธีการทดสอบสมมติฐาน
- 2.2.4 การออกแบบการทดลองหรือจัดลำดับขั้นในการทดสอบสมมติฐานที่เหมาะสม
- 2.3 พฤติกรรมการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป
- 2.3.1 การจัดกระทำกับข้อมูลที่ได้จากการทดลอง
- 2.3.2 การบันทึกข้อมูล
- 2.3.3 การตีความหมายข้อมูลจากการทดลอง
- 2.3.4 การขยายความข้อมูลโดยอาศัยการสรุปความจากแนวโน้มที่พบ
- 2.3.5 การปรับปรุงสมมติฐาน
- 2.4 พฤติกรรมด้านการสืบเสาะหาความรู้ ชั้นที่ 4 การสร้างการทดสอบและแก้ไขแบบจำลองทางทฤษฎี
- 2.4.1 การมองเห็นความจำเป็นที่จะต้องมีการสร้างแบบจำลองทางทฤษฎี
- 2.4.2 การสร้างแบบจำลองทางทฤษฎี เพื่อเชื่อมโยงหลักการให้เข้ากับปรากฏการณ์ใหม่ๆ
- 2.4.3 การบอกความสัมพันธ์ที่สอดคล้องกับแบบจำลองที่สร้างใหม่
- 2.4.4 การอนุมานสมมติฐานใหม่จากแบบจำลองทางทฤษฎี
- 2.4.5 การตีความหมายและการประเมินผลที่ได้จากการทดลองเพื่อทดสอบแบบจำลองทางทฤษฎี
- 2.4.6 การแก้ไขแบบจำลองทางทฤษฎี
3. พฤติกรรมด้านการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ในด้านความสามารถที่จะใช้ความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาในชีวิตประจำวัน ซึ่งมีพฤติกรรม ดังต่อไปนี้
- 3.1 การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ๆ ที่เกิดขึ้นในวิชาวิทยาศาสตร์สาขาเดียวกัน
- 3.2 การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ๆ ที่เกิดขึ้นในวิชาวิทยาศาสตร์สาขาอื่นๆ
- 3.3 การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ๆ ที่เกิดขึ้น นอกเหนือ วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. พฤติกรรมด้านเจตคติและความสนใจ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนทางด้านความรู้สึกรู้สึกและอารมณ์ ซึ่งมีขอบเขตกว้างขวางรวมความสนใจ และเจตคติ ซึ่งมีรายละเอียดครอบคลุมพฤติกรรม ดังนี้

- 4.1 การมีเจตคติที่ดีและความสนใจต่อวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์
- 4.2 การยอมรับการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวในการคิด
- 4.3 การเกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
- 4.4 การเกิดความสนุกสนานต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
- 4.5 การพัฒนาความสนใจในวิทยาศาสตร์และกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
- 4.6 การพัฒนาความสนใจที่จะมีอาชีพทางวิทยาศาสตร์

5. พฤติกรรมด้านทักษะปฏิบัติการ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ในด้านความสามารถที่จะใช้เครื่องมือปฏิบัติการ ซึ่งมีพฤติกรรมดังนี้

- 5.1 การพัฒนาทักษะการใช้เครื่องมือปฏิบัติการต่างๆ ไป
- 5.2 การใช้เทคนิคการปฏิบัติการด้วยความระมัดระวังและให้เกิดความปลอดภัย

การจัดการเรียนการสอน ตลอดจนประเมินการเรียนรู้กับผู้เรียน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้จริง

2.2 กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการคิดและการกระทำอย่างมีระบบ ในการค้นหาข้อเท็จจริง หาความรู้ต่างๆ จากประสบการณ์ และจากสถานการณ์ที่อยู่รอบตัวเรา ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้ (สมจิต สวธนไพบุลย์. 2535: 101 – 103)

1. ระบุปัญหา
2. ตั้งสมมติฐาน
3. พิสูจน์หรือทดลอง
4. สรุปผลและการนำไปใช้

การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ผลของการศึกษาค้นคว้า จะมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับลักษณะนิสัยของบุคคลนั้นๆ เป็นองค์ประกอบด้วย คุณลักษณะที่ก่อให้เกิดประโยชน์ในการแสวงหาความรู้ เรียกว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยคุณลักษณะ ดังต่อไปนี้

1. มีความเสียสละ อดทน อุตสาหะ
2. มีความอดทน
3. มีเหตุผลไม่สิ่งใต้ง่ายๆ ปราศจากข้อเท็จจริงมาสนับสนุนเพียงพอ
4. ใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ไม่ยึดมั่นในความคิดเห็นของตนฝ่ายเดียว
5. สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้
6. มีความกระตือรือร้นที่จะค้นหาความรู้
7. มีความซื่อสัตย์สุจริต

8. ยอมรับการเปลี่ยนแปลงและความก้าวหน้าใหม่

นอกจากนี้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ยังเป็นส่วนสำคัญในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. ได้รวบรวมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้ 13 ทักษะ แต่สำหรับเนื้อหาเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ สำหรับหน่วยการเรียนรู้เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน นั้น มีเนื้อหาที่เอื้อต่อการเรียนรู้ของนักเรียน 5 ทักษะ ดังนี้

1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulation Hypothesis)

การตั้งสมมติฐาน หมายถึง คำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า มักกล่าวเป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบ เพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ ความสามารถที่แสดงว่า เกิดทักษะแล้ว คือ สามารถหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และประสบการณ์เดิม

2. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)

การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายหรือขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้

3. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables)

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การบ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่งๆ ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่า เป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนแปลงไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

ตัวแปรควบคุม หมายถึง การควบคุมสิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่ทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่า ไม่สามารถควบคุมให้เหมือนกัน

ความสามารถที่แสดงว่า เกิดทักษะแล้ว คือ ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

4. ทักษะการทดลอง (Experimenting)

การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการ เพื่อหาคำตอบหรือสมมติฐานที่ตั้งไว้การทดลองประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

4.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนด

4.1.1 วิธีการทดลอง ซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร

4.1.2 อุปกรณ์หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

4.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การทดลองปฏิบัติการทดลองจริง

4.3 การบันทึกการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัดและอื่นๆ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการทดลอง คือ

4.3.1 การออกแบบการทดลอง โดยกำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้อง และเหมาะสมโดยคำนึงถึง ตัวแปรต้น ด้วย

4.3.2 ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องเหมาะสม

4.3.3 บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

5. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Conclusion)

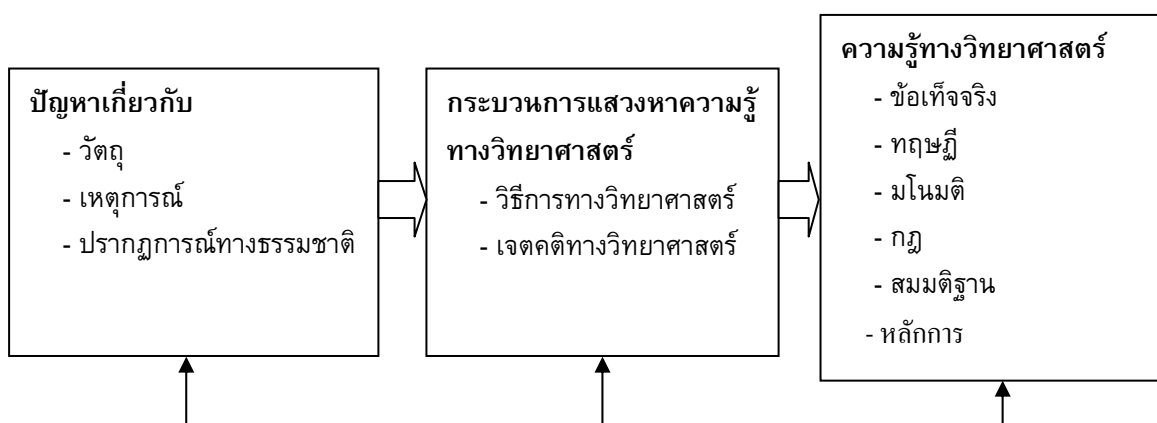
การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือบรรยายคุณลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้ง อาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่นๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปแล้ว คือ

1. แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้ (การตีความหมายของข้อมูลที่ต้องอาศัยทักษะการคำนวณ)

2. บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

ทักษะดังกล่าว เป็นทักษะที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จะต้องให้นักเรียนได้ทั้งความรู้ และมีทักษะในการแสวงหาความรู้ ซึ่ง สมจิต สวธนไพบูลย์ (อุดมลักษณ์ นกฟิ่งพุ่ม. 2545: 59; อ้างอิงจาก สมจิต สวธนไพบูลย์. 2535: 103) ได้สรุปความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้



ภาพประกอบ 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ที่มา: สมจิต สวธนไพบูลย์. (2535). *ประมวลการพัฒนาการสอนวิทยาศาสตร์*. หน้า 103.

2.3 การวัดและการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นการวัดความเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนที่เป็นผลมาจากการได้รับประสบการณ์จากการเรียนการสอนหรือการสืบเสาะแสวงหาความรู้ โดยสามารถวัดและประเมินออกมาได้ โดยใช้แบบวัดผลการเรียนด้านความรู้

ประทุม อัตชู (2547: 3) กล่าวว่า การวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ให้ครอบคลุมทั้งความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และกระบวนการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น จำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ หรือพฤติกรรมที่ต้องการวัดออกเป็น 4 ด้าน คือ

1. ด้านความรู้ – ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกสิ่งที่เคยเรียนมาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการและทฤษฎีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กฎ หลักการข้อเท็จจริง สมมติฐาน มโนมติ อนุมาน+จินตนาการหรือความคิดสร้างสรรค์

2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย จำแนกความรู้ได้ เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่ โดยการแปลความหมายแล้วเปรียบเทียบ หรือผสมผสานสิ่งใหม่ที่พบเห็น กับประสบการณ์เดิม

3. ด้านการนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างออกไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความชำนาญในการคิด และการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดทางสมอง

คลอฟเฟอร์ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์. 2545: 110 – 113; อ้างอิงจาก Kolper. 1971) ได้กล่าวถึง การประเมินผลด้านการเรียนรู้ด้านความรู้ ซึ่งสามารถวัดได้จากกิจกรรมทั้ง 4 ด้าน คือ

1. ด้านความรู้ – ความจำ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนมีความจำในเรื่องราวต่างๆ ที่ได้รับรู้จากการค้นคว้าด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการอ่านหนังสือ และการฟังการบรรยาย เป็นต้น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 8 ประเภท คือ

1.1 ความรู้เกี่ยวกับความจริงเดียว

1.2 ความรู้เกี่ยวกับมโนมติหรือมโนทัศน์

1.3 ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎทางวิทยาศาสตร์

1.4 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง

1.5 ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นตอนของปรากฏการณ์ต่างๆ

1.6 ความรู้เกี่ยวกับกฎเกณฑ์ในการแบ่งประเภทของสิ่งต่างๆ

1.7 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์

1.8 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์วิทยาศาสตร์

2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนใช้ความคิดที่สูงกว่าด้านความรู้ ความจำ แบ่งเป็น 2 ประเภท

2.1 ความเข้าใจข้อเท็จจริง วิธีการ กฎเกณฑ์ หลักการและทฤษฎีต่างๆ คือเป็นการบรรยายในรูปแบบใหม่ที่แตกต่างจากที่เคยเรียน

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลความหมายข้อเท็จจริง คำศัพท์ มโนคติหลักการและทฤษฎีที่อยู่ในรูปของสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นสัญลักษณ์อื่นได้

3. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนแสวงหาความรู้และแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

4. ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนนำความรู้ มโนคติ กฎ หลักการ ตลอดจนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้ โดยสามารถแก้ปัญหาได้อย่างน้อย 3 ประการ คือ

4.1 แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน

4.2 แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องวิทยาศาสตร์สาขาอื่น

4.3 แก้ปัญหาที่นอกเหนือจากเรื่องของวิทยาศาสตร์

จากที่กล่าวมาทั้งหมด ผู้วิจัยได้จำแนกการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ออกเป็น 4 ด้านคือ ด้านความรู้ – ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องระบบนิเวศ

3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับ จิตวิทยาการศึกษา

3.1 ความหมายของจิตวิทยาการศึกษา

กรมวิชาการ (2545: 143) คำว่า จิตวิทยาการศึกษา เป็นคุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของบุคคลที่เกิดขึ้นจากการศึกษาหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มาจากคำว่า Scientific Mind ในภาษาอังกฤษ ซึ่งจิตวิทยาการศึกษาประกอบด้วยคุณลักษณะต่างๆ ได้แก่ ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความซื่อสัตย์ การมีใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็น มีความคิดสร้างสรรค์ มีความสงสัย และกระตือรือร้นที่จะหาคำตอบ ยอมรับเมื่อมีประจักษ์พยานหรือเหตุผลที่เพียงพอ

กระทรวงศึกษาธิการ (2545: 106) ได้ให้ความหมายของจิตวิทยาการศึกษาไว้ในสาระ และมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพ.ศ.2544 ไว้ว่า จิตวิทยาการศึกษา (Scientific Mind) เป็นคุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของบุคคลที่เกิดขึ้นจากการศึกษาหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จิตวิทยาการศึกษา ประกอบด้วยคุณลักษณะต่างๆ ได้แก่ ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ จิตวิทยาการศึกษาเป็นสิ่งที่มิใช่ประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตในปัจจุบัน เป็นสิ่งที่ควรปลูกฝังให้เกิดขึ้นในบุคคล เพราะเป็นการพัฒนาคุณภาพของ

บุคคลโดยเฉพาะผู้ที่ศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ เพราะเป็นกระบวนการอย่างหนึ่งที่จะสร้างบุคคลให้เป็นคนที่สมบูรณ์ มีความสามารถในการคิดขั้นสูง มีความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีระเบียบวิธีการในการดำเนินชีวิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งในยุคปัจจุบัน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกำลังพัฒนา ผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์จะเป็นผู้ที่รู้จักใช้ทรัพยากรตามธรรมชาติ ตลอดจนเทคโนโลยีใหม่ๆ ได้อย่างฉลาดและมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะ使他ทำงานและอยู่ร่วมในสังคมประชาธิปไตย ได้อย่างดีเยี่ยมตามความต้องการของสังคมแบบประชาธิปไตย ผู้ที่ศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ จึงควรได้รับการปลูกฝังจิตวิทยาศาสตร์ให้เป็นอย่างดี โดยให้มีลักษณะจิตวิทยาศาสตร์ภายในตัวบุคคล ซึ่งสรุปได้ ดังนี้

1. ความสนใจใฝ่รู้

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่าน ได้ให้ความหมายของความสนใจใฝ่รู้ไว้ในรูปแบบต่างๆ กัน ทั้งในแง่ของความรู้สึก และการมองเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์

ปราโมทย์ ธรรมสโรช (2535: 4) ให้ความหมายของความสนใจในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ว่าหมายถึง ความโน้มเอียงที่เข้าร่วมหรือความตั้งใจของนักเรียนที่จะแสดงพฤติกรรมหรือทำกิจกรรมต่างๆ เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในห้องเรียน และนอกห้องเรียน หรือในชีวิตประจำวันต่างๆ

นภาพร สินสวัสดิ์ (2535: 114) ให้ความหมายของความสนใจทางวิทยาศาสตร์ว่าหมายถึง ความรู้สึกอยากรู้อยากเห็น อยากรู้อยากหา และเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ด้วยความสมัครใจ สละเวลาให้กับวิทยาศาสตร์มากกว่าอย่างอื่น และมีความสนุกเพลิดเพลินใจในการทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

วรกิตต์ ผ่องศรี (2538: 39) ได้กล่าวว่า ความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้สึกของบุคคลที่มีความชอบ เอาใจใส่ อยากรู้อยากเห็น แสวงหาความรู้ และมองเห็นความสำคัญของวิชาวิทยาศาสตร์

ธัญญรัตน์ บุญธัญกรณ์ (2539: 9) ให้ความหมายของความสนใจทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความชอบความพอใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แสดงออกโดยมีความเอาใจใส่ในการเรียน อยากรู้อยากเห็น เข้าร่วมกิจกรรม มองเห็นความสำคัญของวิชาวิทยาศาสตร์

สมชัย อุ่นนันต์ (2539: 9) ให้ความหมายของความสนใจทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ว่าหมายถึง ความรู้สึกชอบ หรือความพอใจของบุคคลที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน หรือในชีวิตประจำวัน

โกมล เรื่องฤทธิ์กุล (2542: 8) ให้ความหมายของความสนใจทางวิทยาศาสตร์ว่าหมายถึง การแสดงออกถึงความเอาใจใส่ต่อเนื้อหาสาระ หรือปัญหาต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ความสนใจทางวิทยาศาสตร์ วัดได้โดยการกำหนดหัวข้อที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ให้แล้ว นักเรียนเลือกว่าสนใจเรื่องที่กำหนดให้เพียงใด

อรรรณ พลายนหาร (2545: 6) ให้ความหมายของความสนใจในวิทยาศาสตร์ว่าเป็นความรู้สึกชอบ และพอใจต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจมีเพียงช่วงขณะหรือถาวร

คัสแลน และ สโตน (Kuslan; & Stone. 1969: 64) กล่าวว่า ความสนใจ ในวิทยาศาสตร์ สามารถวัดได้โดย การรวบรวมรายชื่อของสิ่งที่เด็กต้องการจะรู้ หรือคำถามที่เขาต้องการ จะแสวงหาคำตอบจากแนวคิดของนักจิตวิทยาและนักการศึกษาต่างๆ ที่กล่าวมาแล้วอาจสรุปความหมาย ของความสนใจทางวิทยาศาสตร์ ว่าหมายถึง ความรู้สึกชอบหรือความพอใจอยากรู้ อยากแสวงหา มี แนวโน้มที่จะเข้าร่วม หรือทำกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และมองเห็นความสำคัญของ วิทยาศาสตร์

2. ความซื่อสัตย์

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของความซื่อสัตย์ไว้ ในรูปแบบต่างๆ กัน ทั้งในแง่ของคุณลักษณะ และพฤติกรรมการแสดงออก สมหวัง พิธิยานุวัฒน์ และ จันท์เพ็ญ เอื้อพานิช (2524: 33) กล่าวว่า นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้มีความซื่อสัตย์ บันทึกผล หรือ ข้อมูลตามความเป็นจริงด้วยความละเอียดถูกต้องผู้อื่น สามารถตรวจสอบในภายหลังได้เห็นคุณค่าของ การเสนอข้อมูลด้วยความเป็นจริง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ (2530: 11 – 14) ได้กล่าวถึงความซื่อสัตย์มีลักษณะพฤติกรรมคือ เห็นคุณค่าของการเสนอข้อมูลและบันทึกผล ข้อมูลตามความเป็นจริง ไม่เอาความคิดเห็นของตนเองไปเกี่ยวข้อง และไม่แอบอ้างผลงานของผู้อื่นว่า เป็นผลงานของตน

นภาพร สินสวัสดิ์ (2535: 112) ให้คุณลักษณะของเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ด้าน ความซื่อสัตย์ ว่าความซื่อสัตย์มีการแสดงออกโดยบันทึกผลหรือข้อมูลตามความเป็นจริง ไม่เอาความคิดเห็น ของตนเองไปเกี่ยวข้อง ไม่ลำเอียงในการตีความหมายผลที่ได้จากการทดลอง และไม่อ้างผลงานของผู้อื่น เป็นของตน

ศิริภรณ์ เม่นมั่น (2543: 8) ให้ความหมายของความซื่อสัตย์ ว่าหมายถึง คุณลักษณะนิสัยที่แสดงถึงการรายงานสิ่งที่สังเกตได้ตามความเป็นจริง ไม่เปลี่ยนแปลง หรือแก้ไขข้อมูล บิลเลห์ และ ซาคารีเอตส์ (Billeh; & Zankhariades. 1975: 157 – 161) กำหนดลักษณะของผู้มีความซื่อสัตย์ และใจเป็นกลางทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นผู้สังเกตและบันทึกผลต่างๆ ปราศจากความลำเอียง หรือ หรืออคติ ไม่นำสภาพสังคมหรือเศรษฐกิจ และการเมืองมาเกี่ยวกับการตีความ ไม่ยอมให้ความเชื่อ หรือ ความไม่ชอบส่วนตัว มีอิทธิพลเหนือการตัดสินใจใดๆ ในทางวิทยาศาสตร์

จากแนวคิดของนักจิตวิทยาและนักการศึกษาต่างๆ ที่กล่าวมาแล้ว อาจสรุปความหมายของ ความซื่อสัตย์ หมายถึง การแสดงออกของพฤติกรรมในลักษณะที่ประพฤติปฏิบัติอย่างตรงไปตรงมา ตามสภาพความเป็นจริงตาม ไม่ทูลจริตหลอกลวง ไม่คดโกง ไม่ผันแปรตามความต้องการของตน หรือ ของผู้อื่น

3. ความอดทน มุ่งมั่น

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่าน ได้ให้ความหมายของความอดทนมุ่งมั่น ไว้ในรูปแบบต่างๆ กัน ทั้งในแง่ของสภาพร่างกายและจิตใจ

นำพร ไหวว่อง (2537: 14) ให้ความหมายความอดทน ว่าหมายถึง ความสามารถของร่างกายความคิดจิตใจที่จะทนต่อการปฏิบัติกิจกรรม หรือหน้าที่อย่างหนึ่งอย่างใดที่สมเหตุสมผลให้ต่อเนื่องและบรรลุสำเร็จได้ความอดทนนี้เป็นพลังอันหนึ่งที่จะผลักดันงานให้ไปสู่จุดหมายปลายทางได้อย่างแท้จริง

จูร์ริตน์ นันท์ยทวิกุล (2538: 5) กล่าวถึงความอดทน ว่าหมายถึง ความสามารถของร่างกาย ความคิดและจิตใจที่จะอดทนต่อการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ได้นานๆ จนทำให้สำเร็จได้โดยไม่คำนึงถึงอุปสรรคใดๆ มีร่างกายแข็งแรง มีจิตใจเข้มแข็ง ควบคุมตนเองได้ดี เมื่อเกิดความเหนื่อยอ่อนและเกียจคร้าน

สายพิณ ศรีสุวรรณรัตน์ (2540: 4) ให้ความหมาย ความอดทน ว่าหมายถึง คุณลักษณะอย่างหนึ่งของบุคคลที่แสดงออกในลักษณะความสามารถทางร่างกาย ความคิด และจิตใจที่จะทนต่อการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ให้สำเร็จได้ โดยไม่หวั่นกลัวต่ออุปสรรค และเมื่อเริ่มต้นงานใด ก็พยายามทำงานบรรลุความสำเร็จ และสามารถบังคับตนเอง เมื่อเกิดความเหนื่อยอ่อนและเกียจคร้านได้

ธีรวุฒิ เอกะกุล (2541: 36) กล่าวถึงพฤติกรรมของผู้มีความอดทนไว้ว่า สามารถปฏิบัติงานที่ยากให้สำเร็จได้ ปฏิบัติงานโดยไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค และพยายามเอาชนะอุปสรรคปฏิบัติงานจนสำเร็จไม่ทิ้งขว้างกลางคัน

จากแนวคิดของนักจิตวิทยาและนักการศึกษาต่างๆ ที่กล่าวมาแล้ว อาจสรุปความหมายของความอดทน มุ่งมั่น หมายถึง คุณลักษณะอย่างหนึ่งของบุคคลที่แสดงออกในลักษณะของความสามารถทางร่างกาย ความคิด และจิตใจที่จะปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ให้สำเร็จได้ โดยไม่คำนึงถึงอุปสรรคใดๆ มีความรับผิดชอบ และสามารถบังคับตนเองเมื่อเกิดความเหนื่อยอ่อน และเกียจคร้านได้

4. การมีใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็นหรือมีเหตุผลที่เพียงพอ

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่าน ได้ให้ความหมายของการมีใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็นหรือเมื่อมีเหตุผลที่เพียงพอไว้ในรูปแบบต่างๆ กัน ทั้งในแง่ของการแสดงออกและการยอมรับดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2530: 3 – 7) ให้ความหมายของความใจกว้าง ว่าหมายถึง ลักษณะของบุคคลที่มีความคิดพร้อมที่จะทำความเข้าใจกับสิ่งที่ไม่ลงรอยกับความคิดเดิม หรือสิ่งที่ไม่แน่นอน หรือสิ่งที่คลุมเครือ และเต็มใจที่จะเปลี่ยนแปลงแนวความคิดหรือแนวปฏิบัติ เมื่อได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้มากกว่าโดยมีความอดทนกล้าปราศจากอคติ

นภาพร สินสวัสดิ์ (2535: 112) กล่าวถึง พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความมีใจกว้างไว้ว่า เป็นผู้ไม่หวงความรู้ และรู้จักถ่ายทอดความรู้ สามารถรับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้งหรือข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่นในการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน ไม่ยึดมั่นในความคิดเห็นของตน ยอมรับการเปลี่ยนแปลงเมื่อมีเหตุผลที่เหมาะสมกว่า รับฟังความคิดเห็นที่ตัวเองไม่เข้าใจ และพร้อมที่จะทำความเข้าใจ

สมหวัง พิธิยานุวัฒน์ และ จันทรเพ็ญ เอื้อพานิช (2524: 33) ให้ความหมายลักษณะของความใจกว้างไว้ว่า นักวิทยาศาสตร์ ต้องเป็นผู้มีใจกว้างที่จะรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้งข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น โดยไม่ยึดมั่นในความคิดเห็นของตนเอง ฝ่ายเดียว ยอมรับการเปลี่ยนแปลง ยอมรับพิจารณาข้อมูล หรือความคิดเห็นที่ยังสรุปไม่ได้ พร้อมจะหาข้อมูลเพิ่มเติม

นาริรัตน์ พงษ์พิมาย (2537: 6) ให้ความหมายของความใจกว้าง ว่าหมายถึง คุณลักษณะอย่างหนึ่งของบุคคล ซึ่งสามารถประเมินได้จากพฤติกรรมที่แสดงออกในลักษณะของการยอมรับฟังความคิดเห็นของบุคคลอื่นที่ต่างจากความคิดเห็นของตน และพร้อมที่จะทำความเข้าใจบุคคลที่มีความคิดเห็นแตกต่างจากตน

ศิริภรณ์ เม่นมั่น (2543: 8) ให้ความหมายของใจกว้างและยอมรับความคิดเห็นใหม่ๆ ว่าหมายถึง คุณลักษณะที่แสดงถึง การเป็นผู้มีใจกว้าง รับฟังความคิดเห็น หรือข้อโต้แย้งที่มีเหตุผลของผู้อื่น ไม่ยึดมั่นในความคิดของตนฝ่ายเดียว ยอมรับพิจารณาข้อมูล หรือความคิดเห็นที่ยังสรุปไม่ได้ และพร้อมที่หาข้อมูลเพิ่มเติม

บุญสม โพธิ์เงิน (2537: 7) กล่าวถึง การยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นว่า หมายถึง การไม่เอาความคิดเห็นของตนเองเป็นใหญ่ ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นว่า มีความสำคัญเท่าเทียมกัน เพราะคนเรามีความคิดเห็นไม่เหมือนกัน ความคิดเห็นของผู้อื่นอาจมีเหตุผลดีกว่าของเราก็ได้

ธีรวุฒิ เอกะกุล (2541: 37) กล่าวถึง พฤติกรรมของการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นว่า เป็นผู้ให้โอกาสผู้อื่นได้แสดงความคิดเห็น รู้จักยอมรับฟังความคิดเห็น และข้อโต้แย้งของผู้อื่น

คลินค์แมน (Klinckman. 1970: 48 – 53) ให้ความหมายของความใจกว้าง ว่า หมายถึง คุณลักษณะพฤติกรรมที่แสดงออก ได้แก่ มีความเต็มใจที่จะให้ผู้อื่นวิพากษ์วิจารณ์ข้อมูล หรือแนวความคิดที่ตนเองเสนอแนะแสวงหาหลักฐานมาสนับสนุนข้อสรุปต่างๆ สนใจประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่พบเห็นในสื่อสารมวลชน บรรณานามีคำอธิบายที่เชื่อถือได้ในการตอบคำถามที่สนใจ

บิลเลห์ และ ซาคารีเอตส์ (Billeh; & Zankhariades. 1975: 157 – 161) ได้กำหนดคุณลักษณะของความใจกว้างว่า สามารถแสดงออกได้โดยมีความปรารถนาที่จะรับรู้ความคิดเห็นใหม่ๆ ยอมรับความคิดเห็นหรือวิธีการแปลกๆ เต็มใจที่จะทบทวนหรือเปลี่ยนแปลงความคิดเห็น และข้อสรุป

จากแนวคิดของนักจิตวิทยาและนักการศึกษาต่างๆ ที่กล่าวมาแล้ว อาจสรุปความหมายของการมีใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นหรือเหตุผลที่เพียงพอ หมายถึง ลักษณะของพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการไม่ยึดถือความคิดเห็นของตนเองเป็นใหญ่ ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นที่ต่างจากของตนว่ามีความสำคัญเท่าเทียมกัน สามารถรับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้งและเต็มใจที่จะทบทวนหรือเปลี่ยนแปลงความคิดเห็น

5. ความคิดสร้างสรรค์

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ในรูปแบบต่างๆ กัน ทั้งในแง่ของขบวนการและความสามารถในการแก้ปัญหา

จรรยา ชื่นเกษม (2540: 4) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการผสมผสานความรู้ และประสบการณ์ที่มีอยู่ในการแก้ปัญหา หรือค้นสิ่งใหม่ๆ แล้วนำมาประยุกต์ในการประดิษฐ์ การตกแต่งหรือการออกความคิดใหม่ๆ

สายพิน ศรีสุวรรณรัตน์ (2540: 4) ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่า หมายถึง คุณลักษณะอย่างหนึ่งของบุคคลที่แสดงออก ในลักษณะการใช้วิธีใหม่ๆ ในการแก้ปัญหา การแสดงออกริเริ่มที่ไม่ซ้ำแบบใคร ชอบดัดแปลง ชอบแสวงหาความรู้ใหม่ๆ สามารถค้นคว้าและแสวงหาคำตอบได้หลายวิธี

เขมิกัญจน์ ทองมา (2540: 8) ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการคิดค้น ตัดสินใจ และแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ และนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อตนเองและผู้อื่น

ประพฤติ ศิลพิพัฒน์ (2540: 8) ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดสร้างสรรค์งานที่แปลกใหม่ หรือปรับปรุงดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่เดิมให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2542: 157) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของบุคคลอันเป็นผลมาจากการบ่มเพาะความคิดสร้างสรรค์โดยทั่วไปแล้วใช้เป็นเชื้อและปรุงแต่งด้วยสมรรถวิสัยทางวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี (Scientific and Technological literacy) จนเป็นผลให้บุคคลสามารถ “คิด” สร้าง “ผลงาน” ที่มีคุณประโยชน์ต่อสังคมและมวลมนุษยชาติได้ในที่สุด

ยุวธิดา คำปวน (2545: 4) ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการคิดเกี่ยวกับเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ ได้อย่างหลายทิศทางแปลกใหม่ และมีคุณค่า

ฟิลท์ซ และ ซันด์ (Piltz; & Sund. 1974: 4) ได้กล่าวถึง ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า หมายถึง แนวทางการคิดและการกระทำของบุคคลในการเรียนรู้ปัญหา โดยใช้หลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากจะเน้นถึงความคิดริเริ่มในการพัฒนาการ เพื่อให้ได้มาซึ่งผลผลิตใหม่แล้ว ยังเน้นถึงความมีคุณค่าอีกด้วย ผลผลิตจึงเป็นเครื่องชี้ให้เห็นว่าใครมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

แมคแคนเลส และ อีวาน (McCandless; & Even. 1978: 216 – 217) ได้อธิบายว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง พฤติกรรมที่เป็นทั้งขบวนการและผลผลิตในแง่ของกระบวนการสร้างสรรค์ สามารถพิจารณาในรูปของการคิดอย่างซับซ้อน ความสามารถที่จะเห็นความสัมพันธ์ใหม่ๆ ระหว่างวัตถุ หรือเหตุการณ์มาตั้งสมมุติฐาน และการทดสอบสมมุติฐาน และทักษะในการสื่อความหมาย

ความคิดของตนต่อผู้อื่น และคำจำกัดความในแง่ของกระบวนการประกอบด้วย ความคล่องในการโยงสัมพันธ์ และความเป็นเอกลักษณ์ หรืออาจจะพิจารณาการสร้างในรูปของผลิตภัณฑ์แปลก หรือมีความคิดริเริ่ม ซึ่งเป็นสิ่งที่ยอมรับว่ามีประโยชน์ มีความหมายและมีคุณค่าต่อผู้สร้างและวัฒนธรรม

โมราฟลิก (Moravesik. 1981: 222 – 223) กล่าวถึง ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การคิดค้นหาความรู้ใหม่ๆ ตามจุดมุ่งหมายสำคัญของวิทยาศาสตร์ 3 ประการ คือ

1. เพื่อเป็นพื้นฐานของเทคโนโลยี
2. เพื่อสนองความอยากรู้ อยากรูเห็น ของมนุษย์ ซึ่งพยายามที่จะรู้ และอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นรอบๆ ตัวได้
3. เพื่อให้ทราบผลกระทบต่อทักษะของคนที่มีต่อโลก และหน้าที่ของเขาที่มีต่อโลก

จากแนวคิดของนักจิตวิทยาและนักการศึกษาต่างๆ ที่กล่าวมาแล้ว สรุปความหมายของความคิดสร้างสรรค์ได้ว่า เป็นความสามารถของบุคคลในผสมผสานความรู้ และประสบการณ์ในการแก้ปัญหาหรือคิดค้นสิ่งใหม่ๆ หรือปรับปรุงดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่ให้เชื่อมโยงเข้ากับสถานการณ์ใหม่ โดยใช้ความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สิ่งที่เกิดขึ้นใหม่ไม่จำเป็นต้องเป็นสิ่งสมบูรณ์อย่างแท้จริง

6. มีความสงสัยและกระตือรือร้นที่จะหาคำตอบ

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่าน ได้ให้ความหมายมีความสงสัย และกระตือรือร้นที่จะหาคำตอบไว้ในรูปแบบต่างๆ กัน ทั้งในแง่ของการแสดงออกและการยอมรับ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2530: 3 – 7) ให้ความหมายของความอยากรู้อยากเห็น หมายถึง ลักษณะของบุคคลที่มีความปรารถนาที่จะแสวงหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่างๆ ความอยากรู้อยากเห็นจะมีมากเมื่อสิ่งที่มีกระตุ้นมีลักษณะแปลกใหม่ ชับซ้อนหรือไม่เข้ากับสิ่งที่รู้

อรพิน หงวนศิริ (2533: 5) ให้ความหมายของความอยากรู้อยากเห็น หมายถึง ลักษณะของบุคคลที่มีความปรารถนาที่จะแสวงหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่างๆ หรือเหตุการณ์ต่างๆ ความอยากรู้อยากเห็นจะมีมากเมื่อมีสิ่งมากระตุ้น ความปรารถนามีลักษณะแปลกใหม่ ชับซ้อนหรือไม่เข้ากับสิ่งที่เคยรู้

นภาพร สิ้นสวัสดิ์ (2535: 111) กล่าวถึงลักษณะของผู้มีความอยากรู้อยากเห็น มีพฤติกรรมแสดงออกโดย ชอบซักถาม สนทนา ฟังอ่าน เพื่อให้ได้ความรู้เพิ่มเติม ชอบค้นคว้า หรือทดลอง เพื่อตอบปัญหาที่สงสัย มีความกระตือรือร้นต่อกิจกรรมการเรียน และเรื่องราวต่างๆ มีความใฝ่รู้ และพอใจที่จะคิดแก้ปัญหาที่ทำทลายความสามารถ

นารีรัตน์ พงษ์พิมาย (2537: 6) กล่าวว่า ความอยากรู้อยากเห็น หมายถึง คุณลักษณะอย่างหนึ่งของบุคคล ซึ่งสามารถประเมินได้จากพฤติกรรมที่แสดงออก ในลักษณะของการยอมรับฟังความคิดเห็นของบุคคลอื่นๆ ที่ต่างจากความคิดเห็นของตน และพร้อมที่จะทำความเข้าใจกับบุคคลที่

มีความคิดเห็นแตกต่างจากตน

สมหวัง พิริยานุวัฒน์ และ จันท์เพ็ญ เอื้อพานิช (2524: 33) กล่าวถึงคุณลักษณะของผู้มีความอยากรู้อยากเห็นว่า นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้มีความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ เพื่อแสวงหาคำตอบที่มีเหตุผลในข้อหาต่างๆ และจะมีความยินดีมากที่ได้ค้นพบความรู้ใหม่

สายพิน ศรีสุวรรณรัตน์ (2540: 5) กล่าวถึงความอยากรู้อยากเห็นว่า หมายถึงคุณลักษณะอย่างหนึ่งของบุคคลที่แสดงออกของลักษณะการให้ความสนใจ เมื่อมีสิ่งใหม่ๆ แปลกๆ มากระตุ้น และแสดงความสนใจที่จะรู้จัก หรือทำความเข้าใจกับสิ่งเหล่านั้นให้มากขึ้น

ศิริภรณ์ เม่นมัน (2543: 8) ให้ความหมายของความอยากรู้อยากเห็น ว่าหมายถึงคุณลักษณะนิสัยที่แสดงถึงการช่างซักถาม ช่างอ่าน ริเริ่มสิ่งใหม่ ตื่นเต้นเมื่อได้ข้อมูล หรือความคิดใหม่เพิ่มเติม

ฮิลการ์ด (Hilgard. 1962: 132) ได้ให้ความหมายของความอยากรู้อยากเห็นว่าเป็นบุคลิกภาพที่แสดงถึงแรงจูงใจของบุคคลต่อสิ่งเร้าใหม่ๆ และยังจัดเป็นแรงขับ (Drive) ของบุคคลที่จะทำให้เกิดแรงจูงใจที่จะสำรวจสิ่งต่างๆ อยู่เสมอ พฤติกรรมการสำรวจ (Exploratory behavior) นี้ น่าจะเป็นส่วนช่วยให้บุคคล มีความสามารถในการอ่านเพิ่มขึ้นได้

คลินค์แมน (Klinckman. 1970: 48 – 53) ให้ความหมายของความอยากรู้อยากเห็นว่าหมายถึง คุณลักษณะพฤติกรรมที่แสดงออก ได้แก่ ความปรารถนาสำรวจตรวจสอบแนวความคิด สิ่งต่างๆ ที่แปลกใหม่ มีความปรารถนาในการสำรวจค้นหาข้อสงสัยเพิ่มเติม ค้นคว้าหาหลักฐานมาสนับสนุนข้อสรุปต่างๆ สนใจประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่พบเห็นในสื่อมวลชน ปรารถนามีคำอธิบายที่เชื่อถือได้ในการตอบคำถามที่สนใจ

บิลเลห์ และ ซาคารีเอตส์ (Billeh; & Zankhariades. 1975: 157 – 161) กำหนดคุณลักษณะของความอยากรู้อยากเห็น ได้แก่ มีความต้องการที่จะเข้าใจสถานการณ์ใหม่ ซึ่งไม่สามารถอธิบายได้ด้วยความรู้ที่มีอยู่เดิม มีความต้องการที่จะถามว่า “ทำไม” และ “อย่างไร” ต่อปรากฏการณ์ต่างๆ และมีความต้องการที่จะหาความรู้เพิ่มเติมอยู่เสมอ

จากแนวคิดของนักจิตวิทยาและนักการศึกษาต่างๆ ที่กล่าวมาแล้ว อาจสรุปความหมายของความอยากรู้อยากเห็น ได้ว่า เป็นลักษณะของบุคคลที่ชอบสงสัย ชอบซักถาม ปรารถนาที่จะแสวงหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่างๆ หรือเหตุการณ์ต่างๆ ตื่นเต้นยินดีเมื่อได้ข้อมูลหรือความรู้ใหม่ๆ เพิ่มเติม

3.2 แนวทางการพัฒนาจิตวิทยาาสตร์

ทบวงมหาวิทยาลัย (2525: 6 – 7) ได้เสนอแนวทางในการพัฒนาจิตวิทยาาสตร์ไว้ดังนี้

1. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกประสบการณ์เพื่อการเรียนรู้อย่างเต็มที่ โดยเน้นวิธีการเรียนรู้จากการทดลอง ให้นักเรียนมีโอกาสใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยพัฒนาจิตวิทยาาสตร์ได้ในเวลาเดียวกัน

2. การมอบหมายให้ทำกิจกรรมการเรียนด้านวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะการทดลอง ควรให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อฝึกการทำงานร่วมกับผู้อื่น ฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ฝึกความรับผิดชอบ

ต้องงานที่ได้รับมอบหมาย และในขณะที่นักเรียนทำการทดลองนั้น ครูต้องคอยดูแลหรือให้ความช่วยเหลือบางอย่าง และจะได้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในขณะนั้นด้วย

3. การใช้คำถาม หรือการสร้างสถานการณ์เป็นการช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสามารถสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่ดี เช่น ขณะที่นักเรียนเรียน เรื่อง การลำเลียงในสิ่งมีชีวิต ในหัวข้อทำไม จึงต้องมีการย่อยอาหาร ในบทเรียนนี้ครูอาจจะต้องใช้คำถาม เพื่อช่วยกระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียนรู้

4. ในขณะที่การสอน ควรให้นักจิตวิทยาการศึกษามาใช้ในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้ นักเรียนได้ฝึกประสบการณ์หลายๆ ด้าน หรือฝึกประสาทสัมผัสหลายๆ ทาง ได้แก่ กิจกรรมที่มีการเคลื่อนไหวสถานการณ์หลายๆ ด้าน หรือฝึกประสาทสัมผัสหลายๆ ทาง ได้แก่ กิจกรรมที่มีการเคลื่อนไหวสถานการณ์ที่แปลกใหม่ เพื่อสร้างความสนใจให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น การให้ความเอาใจใส่ของครูและอื่นๆ เหล่านี้ จะเป็นหลักสำคัญส่วนหนึ่งต่อการพัฒนาจิตวิทยาาสตร์ได้

5. ในการสอนแต่ละครั้ง พยายามสอดแทรกลักษณะของเจตคติแต่ละลักษณะตามความเหมาะสมของเนื้อหาบทเรียน และวัยของนักเรียนกับให้มีการพัฒนาลักษณะเจตคตินั้นๆ ด้วย

6. นำตัวอย่างที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นปัญหาสังคม เช่น ปัญหาจราจรติดขัดในกรุงเทพฯ แล้วให้นักเรียนช่วยกันคิดเพื่อหาทางแก้ปัญหาดังกล่าว จากการตั้งข้อสังเกตของนักเรียนเอง หรือนักเรียนอาจจะประมวลจากประกาศของทางราชการ หรือสื่อมวลชนก็ได้ เพื่อฝึกแนวคิดของนักเรียน ครูควรเสนอกระบวนการแก้ปัญหา ได้แก่

6.1 กำหนดตัวปัญหา

6.2 ตั้งสมมติฐานหลายๆ ข้อเพื่อหาคำตอบ

6.3 ทำการทดลอง

6.4 รวบรวมข้อมูล

6.5 จัดกระทำและตีความหมายจากข้อมูล

6.6 สรุป

หลังจากได้มีการสรุปเรื่องนี้แล้ว ครูควรอธิบายเพื่อชี้ให้นักเรียนเห็นว่า ทุกขั้นตอนจะมีลักษณะ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนสามารถนำไปพัฒนาตนเองได้

จากการพัฒนาจิตวิทยาาสตร์ให้นักเรียนจะพบว่า ครูควรจัดสถานการณ์ให้นักเรียนมีโอกาใช้กระบวนการแก้ปัญหา โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจำเป็นต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำงานกลุ่ม และมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม ทั้งการปลูกฝังจิตวิทยาาสตร์ ที่ควรพัฒนาทีละด้าน

สรุปได้ว่า จิตวิทยาาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกของบุคคลในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะประกอบด้วยคุณลักษณะต่างๆ ได้แก่ ความอยากรู้อยากเห็น ความเพียรพยายาม ความมีเหตุผล ความละเอียดรอบคอบก่อนตัดสินใจ ความซื่อสัตย์ ความสงสัยและกระตือรือร้นที่จะหาคำตอบ ใจกว้างและเต็มใจรับฟังความคิดเห็น เพื่อนำไปสู่การทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ อย่างสร้างสรรค์และปรับไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน งานวิจัยภายในประเทศ

ธนัตถ์ จันทวาท (2549) ได้ศึกษาผลของการใช้การฝึกอบรมแบบบูรณาการที่มีต่อ ความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐานของครูในโรงเรียนระดับประถมศึกษาที่เข้าร่วม โครงการโรงเรียนแกนนำจัดการเรียนร่วม จังหวัดนครราชสีมา กลุ่มตัวอย่างเป็นครูในโรงเรียนระดับ ประถมศึกษาที่เข้าร่วมโครงการโรงเรียนแกนนำจัดการเรียนร่วมในเขตจังหวัดนครราชสีมา ปีการศึกษา 2548 จำนวน 60 คน ที่ได้มาจากการคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากประชากร เป็น กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน กลุ่มทดลองได้รับการฝึกอบรมแบบบูรณาการ ส่วนกลุ่ม ควบคุมไม่ได้รับการฝึกอบรมแบบบูรณาการ แบบแผนการทดลองครั้งนี้ เป็นแบบ Randomized Control Group Pretest – Posttest Design เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ โปรแกรมการฝึกอบรมแบบบูรณาการ เรื่อง การจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน และแบบทดสอบความรู้ ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ การทดสอบค่าที (t - test) ผลการวิจัย พบว่า

1. ครูในโรงเรียนระดับประถมศึกษาที่เข้าร่วมโครงการโรงเรียนแกนนำ จัดการ เรียนร่วม มีความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐานเพิ่มขึ้น หลังจากได้รับการฝึก อบรมแบบบูรณาการ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ครูในโรงเรียนระดับประถมศึกษาที่เข้าร่วมโครงการโรงเรียนแกนนำ จัดการ เรียนร่วม มีความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐานเพิ่มขึ้น หลังจากไม่ได้รับการฝึก อบรมแบบบูรณาการ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ครูในโรงเรียนระดับประถมศึกษาที่เข้าร่วมโครงการโรงเรียนแกนนำ จัดการ เรียนร่วมที่ได้รับการฝึกอบรมแบบบูรณาการ มีความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็น พื้นฐาน เพิ่มมากขึ้นกว่าครูในโรงเรียนระดับประถมศึกษาที่เข้าร่วมโครงการโรงเรียนแกนนำ จัดการ เรียนร่วมที่ไม่ได้รับการฝึกอบรมแบบบูรณาการ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สมทรง สวัสดิ์ (2549) ได้ศึกษาความสามารถทางด้านภาษาฟังพูดภาษาอังกฤษและ เจตคติต่อชุดกิจกรรมของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการใช้ชุดกิจกรรมฝึกทักษะการฟังพูด ภาษาอังกฤษที่ใช้หลักการของการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นพื้นฐานสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ ระยอง เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ได้แก่ ชุด กิจกรรมฝึกทักษะการฟังพูดภาษาอังกฤษที่ใช้หลักการของการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นพื้นฐานสำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ ระยองจำนวน 4 ชุด แบบวัด ความสามารถทางด้านทักษะการฟัง พูดภาษาอังกฤษแบบวัดเจตคติต่อชุดกิจกรรม กลุ่มตัวอย่างเป็น นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ ระยอง อำเภอเมือง จังหวัดระยอง จำนวน 37 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2548 การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าเฉลี่ย ค่า เบี่ยงเบนมาตรฐานและการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากรในกรณีที่มีกลุ่มตัวอย่าง

เดี่ยว ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า นักเรียนมีความสามารถทางด้านทักษะการฟัง - พูดภาษาอังกฤษ หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ระดับคะแนนที่กำหนดได้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมี เจตคติต่อชุดกิจกรรมหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ระดับคะแนนที่กำหนดได้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05

ชวลีพร พินิจพล (2551) ได้ศึกษา ผลการพัฒนาทักษะการอ่านเชิงวิเคราะห์ด้วย แบบฝึกทักษะประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความมุ่งหมายของการวิจัยเพื่อ 1) เพื่อพัฒนาทักษะการอ่านเชิงวิเคราะห์ด้วยแบบฝึกทักษะประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เพื่อหาดัชนีประสิทธิผลของแบบฝึกทักษะประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างคะแนนก่อนเรียนและคะแนนหลังเรียน การอ่านเชิงวิเคราะห์ด้วยแบบฝึกทักษะประกอบการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของ นักเรียนที่เรียน เรื่อง การอ่านเชิงวิเคราะห์ ด้วยแบบฝึกทักษะประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ สมองเป็นฐาน (BBL) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/8 โรงเรียนนาเชือกพิทยาสรรค์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มหาสารคาม เขต 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 40 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือ ที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องการอ่านเชิงวิเคราะห์วิชาภาษาไทย ชั้นมัธยมศึกษาปี 3 จำนวน 7 แผนๆ ละ 2 ชั่วโมง รวม 14 ชั่วโมง 2) แบบฝึกทักษะการอ่านเชิงวิเคราะห์ จำนวน 7 เล่ม 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นแบบปรนัยชนิด เลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีการพัฒนาทักษะการอ่านเชิงวิเคราะห์ด้วยแบบฝึกทักษะประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ สมองเป็นฐาน (BBL) เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) จำนวน 20 ข้อ ผลการวิจัย ปรากฏ ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะการอ่านเชิงวิเคราะห์ประกอบการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งเป็นประสิทธิภาพ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.85/ 84.94 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้
2. ดัชนีประสิทธิผลของแบบฝึกทักษะการอ่านเชิงวิเคราะห์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าเท่ากับ 0.6223 ซึ่งแสดงว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้น 0.6223 หรือคิดเป็นร้อยละ 62.23 จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แบบฝึกทักษะการอ่านเชิงวิเคราะห์ ด้วยการจัดกิจกรรมที่ใช้สมองเป็นฐาน (BBL)
3. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยแบบฝึกทักษะการอ่านเชิงวิเคราะห์ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยแบบฝึกทักษะการอ่านเชิงวิเคราะห์ ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีค่าความพึงพอใจเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.62 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2549) ได้ศึกษาสภาพปัญหา ด้านการจัดการเรียนการสอนทักษะต่างๆ ของครูภาษาไทยที่กำลังศึกษาในระดับปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จากศูนย์ต่างๆ ปีการศึกษา 2548 จำนวน 6 ศูนย์ ผลปรากฏว่า ทักษะที่นักเรียนมีปัญหามากที่สุด คือ ทักษะการอ่าน การเขียน และการคิดวิเคราะห์ เพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงเลือกพัฒนาทักษะการอ่านจับใจความเป็นทักษะการอ่านที่จะใช้เป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้ โดยใช้การสอนย้ำ ซ้ำทวน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain – Based Learning : BBL) เป็นการเรียนรู้จากประสบการณ์ที่เชื่อมโยงประสบการณ์เดิม ไปสู่องค์ความรู้ใหม่ด้วยกระบวนการปฏิบัติจริง ให้ผู้เรียนรู้จักสร้างผลงานและแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับสมาชิกภายในกลุ่ม กิจกรรมเช่นนี้เหมาะที่จะนำมาจัดกิจกรรมการอ่านจับใจความ เพราะผู้วิจัยได้ศึกษาหลักของการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานแล้ว พบว่า ผู้เรียนจะต้องได้เรียนรู้ด้วยตนเองขณะที่มีอารมณ์เชิงบวก ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญคือ นักเรียนจะเรียนรู้ด้วยประสบการณ์ตรง โดยประยุกต์ใช้กับกลุ่มร่วมมือ (Cooperative Learning) แผนผังความคิด (Mind Mapping) และเกม (Game) มาจัดเป็นขั้นตอนการเรียนรู้ได้ 7 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นขั้นเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียน ขั้นตกลงกระบวนการเรียนรู้ เป็นขั้นที่ครู และนักเรียนตกลงร่วมมือกันว่า นักเรียนต้องทำกิจกรรมใดบ้าง จะทำอย่างไร และจะมีวิธีการวัดผลประเมินผลอย่างไร ขั้นเสนอความรู้ใหม่ ขั้นนี้ครูจะดำเนินการสอนเพื่อสร้างประสบการณ์ให้นักเรียนให้นักเรียนเข้าใจและเกิดความคิดรวบยอด ขั้นฝึกทักษะ เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องเข้ากลุ่ม ช่วยกันทำงานให้สำเร็จตามเป้าหมายขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ เป็นขั้นที่ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอผลงานของกลุ่ม ขั้นสรุปความรู้ เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนร่วมมือกันสรุปความรู้ โดยอาจมอบหมายให้นักเรียนทำงานเป็นรายบุคคล เพื่อดูว่านักเรียนเกิดการเรียนรู้แล้ว และขั้นกิจกรรมเกม ขั้นนี้เป็นขั้นแข่งขันความรู้เรื่องที่เรียน โดยแข่งขันกันเป็นกลุ่ม อาจให้นักเรียนทำแบบทดสอบแล้วตรวจหาค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มได้

เครือวรรณ พงษ์ประวัติ (2551) ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาคู่มือการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) เพื่อพัฒนาทักษะคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่องการบวกและการลบ เป็นการวิจัยโดยใช้รูปแบบกลุ่มเดียว ซึ่งทำการทดสอบหลังเรียน (One group pretest posttest design) โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาคู่มือการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนด้วยคู่มือการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สมองเป็นฐานวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นผู้เรียนโรงเรียนบ้านในเขน ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 20 คน ซึ่งเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) คู่มือการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง 25 คาบๆ ละ 60 นาที สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และค่าที (t – test) ผลการวิจัย พบว่า 1) ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ประสิทธิภาพ

ของผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพร้อยละ ของการทำแบบฝึกหัด ระหว่างเรียน 93.95 และร้อยละของการทำแบบทดสอบหลังเรียน 95.63 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ 2) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ได้รับการเรียนรู้ โดยใช้ชุดการเรียนรู้ได้คะแนนความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ t – test Dependent พบว่า ผลสัมฤทธิ์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) ความพึงพอใจของผู้เรียนเกี่ยวกับความคิดเห็นในการใช้ คู่มือการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สมอเป็นฐาน (BBL) เพื่อพัฒนาทักษะคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่องการบวกและการลบ เป็นไปตามสมมุติฐานข้อที่ 3 ที่ตั้งไว้

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้สมอเป็นฐานส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น และ สอดคล้องกับแนวคิดของการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

งานวิจัยต่างประเทศ

สมิท (Smith. 1994: 2528 – A) ได้ศึกษาผลจากวิธีการสอนที่มีต่อเจตคติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาเกรด 7 โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกได้รับการสอนแบบบรรยาย กลุ่มที่สองได้รับการสอนแบบให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และกลุ่มที่สามได้รับการสอน ทั้งแบบบรรยายและให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นวิธีการทดสอบภาคสนาม ซึ่งเรียกว่า การประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการปฏิบัติกิจกรรมแบบบูรณาการ (IASA) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนทั้งแบบบรรยายและให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยาย

งานวิจัยในประเทศ

มะลิวรรณ วีระจิตต์ (2533: 80) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปราย ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน กลุ่มควบคุม 40 คน ได้รับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้สถานการณ์ประกอบการอภิปราย ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

รัตนติกาญจ สุธกเกิด (2550) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ด้วยโปรแกรม SCILAB เรื่อง “กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน” กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนกำแพงแสนวิทยา อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม จำนวน 36 คน ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ซึ่งเรียนวิชาฟิสิกส์โดยการจัด

การเรียนรู้แบบบูรณาการด้วยโปรแกรม SCILAB เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูลให้ใช้วิธีการทางสถิติ t – test for Dependent Sample ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการด้วยโปรแกรม SCILAB หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการด้วยโปรแกรม SCILAB มีระดับจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รัตติยา รัตนอุดม (2547) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบโครงการกับการสอน ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1 – ม.3) โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 ทั้งหมด 2 ห้องเรียน จำนวน 100 คน กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) แล้วสุ่มอีกครั้งโดยการจับสลากเพื่อกำหนดรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนแบบโครงการ กลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม ใช้เวลา 20 ชั่วโมง ทำการทดสอบก่อนเรียน 1 ชั่วโมง ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 18 ชั่วโมง และทำการทดสอบหลังเรียน 1 ชั่วโมง ดำเนินการทดลองโดยประยุกต์ตามแบบการทดลอง Randomized Control - Group Pretest – Posttest Design การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ t-test แบบ Independent ในรูป Difference Score ผลการวิเคราะห์พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบโครงการกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบโครงการกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อรอุมา กาญจน์ (2549) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทาง PDCA และแบบสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ฝ่ายมัธยม) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 ทั้งหมด 2 ห้องเรียน จำนวน 60 คน กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) แล้วสุ่มอีกครั้ง โดยการจับสลาก เพื่อกำหนดรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มทดลอง ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทาง PDCA กลุ่มควบคุม ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ใช้เวลา 16 คาบ ทำการทดสอบก่อนเรียน 1 คาบ และทำการทดสอบหลังเรียน 1 คาบ เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และแบบสอบถามวัดจิตวิทยาศาสตร์ ดำเนินการทดลอง โดยใช้แบบแผนการทดลอง แบบ Randomized Control Group Pretest-Posttest Design การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติ t-test Independent ในรูป Difference Score ผลจากการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทาง PDCA กับแบบสืบเสาะหาความรู้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทาง PDCA กับแบบสืบเสาะหาความรู้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากผลการวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ในการจัดการเรียนการสอนและการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน ครูจะต้องจัดให้มีนวัตกรรมหลากหลาย ตลอดจนสื่อต่างๆ มาช่วยในการจัดการเรียนรู้ อันเป็นแนวทางในการสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนรู้มากขึ้น สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับจิตวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

จุลพงษ์ กลิ่นหอม (2549) ได้สร้างแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มโรงเรียนในเครือมูลนิธิเซนต์คาเบรียลแห่งประเทศไทย เขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มโรงเรียนในเครือมูลนิธิเซนต์คาเบรียลแห่งประเทศไทย เขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 1,410 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่มเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาเป็นแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น จำนวน 2 ฉบับ คือ ฉบับมาตราส่วนประมาณค่าแบบ 5 ระดับ และฉบับสถานการณ์ ฉบับละ 90 ข้อ แต่ละฉบับประกอบด้วย 6 ด้าน คือ ด้านความสนใจใฝ่รู้ ด้านความอดทนมุ่งมั่น ด้านความซื่อสัตย์ ด้านการมีใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็นหรือเหตุผลที่เพียงพอ ด้านมีความสงสัย และกระตือรือร้นที่จะหาคำตอบและด้านความคิดสร้างสรรค์ การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการทดสอบ 3 ครั้ง เพื่อหาค่าอำนาจจำแนกความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ความเชื่อมั่น และสร้างเกณฑ์ปกติในรูปของคะแนนที่ปกติผลการวิจัยพบว่า

1. ค่าความเที่ยงตรงเชิงพินิจของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00 และความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ ทั้ง 2 ฉบับ จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีวิเคราะห์หลายคุณลักษณะหลายวิธี มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความเที่ยงตรงเชิงเหมือนอยู่ระหว่าง .464 ถึง .689 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความเที่ยงตรง เชิงจำแนกอยู่ระหว่าง .184 ถึง .563 ซึ่งมีค่าต่ำกว่าความเที่ยงตรงเชิงเหมือน

2. แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ฉบับมาตราส่วนประมาณค่า มีค่าอำนาจจำแนก(t) อยู่ระหว่าง -0.283 ถึง 7.410 และฉบับสถานการณ์ มีค่าอำนาจจำแนก (t) อยู่ระหว่าง -1.213 ถึง 5.996

3. ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ ฉบับมาตราส่วนประมาณค่า ซึ่งหาโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α Coefficient) ในแต่ละด้านมีค่าระหว่าง .625 ถึง .859 และค่าเชื่อมั่น ทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ .928 ฉบับสถานการณ์ ซึ่งหาโดยใช้สูตรของ คูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (KR20) มีค่าความเชื่อมั่นในแต่ละด้านอยู่ระหว่าง .630 ถึง .820 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ.920

4. เกณฑ์ปกติของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ฉบับมาตราส่วนประมาณค่ามีคะแนนที่ปกติระหว่าง T_{10} ถึง T_{90} ครอบคลุมคะแนนดิบตั้งแต่ 90 ถึง 450 คะแนนและแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ ฉบับสถานการณ์ มีช่วงคะแนนที่ปกติระหว่าง T_{10} ถึง T_{90} ครอบคลุมคะแนนดิบ ตั้งแต่ 1 ถึง 90 คะแนน

รัตนติกาญจน์ สุทธิเกิด (2550) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ด้วยโปรแกรม

SCILAB เรื่อง “กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน” กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนกำแพงแสนวิทยา อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม จำนวน 36 คน ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ซึ่งเรียนวิชาฟิสิกส์โดยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการด้วยโปรแกรม SCILAB เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูลให้ใช้วิธีการทางสถิติ $t - test$ for Dependent Sample ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการด้วยโปรแกรม SCILAB หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการด้วยโปรแกรม SCILAB มีระดับจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รัตติยา รัตนอุดม (2547) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบโครงการกับการสอน ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1 – ม.3) โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 ทั้งหมด 2 ห้องเรียน จำนวน 100 คน กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) แล้วสุ่มอีกครั้งโดยการจับสลาก เพื่อกำหนดรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนแบบโครงการ กลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการสอน ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม ใช้เวลา 20 ชั่วโมง ทำการทดสอบก่อนเรียน 1 ชั่วโมง ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 18 ชั่วโมง และทำการทดสอบหลังเรียน 1 ชั่วโมง ดำเนินการทดลองโดยประยุกต์ตามแบบ การทดลอง Randomized Control - Group Pretest – Posttest Design การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ สถิติ t -test แบบ Independent ในรูป Difference Score ผลการวิเคราะห์พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบโครงการกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม แตกต่างกันอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบโครงการกับการสอน ตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยต่างประเทศ

วิกเตอร์ และ จอร์จ (Victor; & George. 1975: 156 – 161) ได้ศึกษาเปรียบเทียบ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา กับ นักศึกษามหาวิทยาลัย และครูวิทยาศาสตร์ ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดเจตคติทางวิชาวิทยาศาสตร์ และผลฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ตามวิธี ของ เทอร์สตัน โดยสร้างข้อความทั้งเชิงนิเสธและเชิงนิมาน จำนวน 36 ข้อ ไปทดสอบ ผลปรากฏว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษา กับ นักศึกษามหาวิทยาลัย มีเจตคติแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

บิลเลห์ และ ซาคาริแอดส์ (Billeh; & Zakhariades. 1975: 155 – 165) ได้ศึกษา เปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ระหว่าง นักเรียนระดับมัธยมศึกษา นักศึกษามหาวิทยาลัย และ

ครูวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ ยังศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมในไซปรัส จำนวน 349 คน ครูวิทยาศาสตร์ 31 คน และนักศึกษาวิชาเคมีและชีววิทยา จำนวน 121 คน ผลการศึกษา พบว่า นักศึกษาปีสุดท้ายของ มหาวิทยาลัยครูวิทยาศาสตร์ มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นักเรียนมัธยมศึกษา มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างจากนักศึกษามหาวิทยาลัย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษา มีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สรุปได้ว่า นักเรียนที่มีจิตวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยคุณลักษณะต่างๆ ได้แก่ ความสนใจ ใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ ความซื่อสัตย์ การมีใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็น มีความคิดสร้างสรรค์ มีความสงสัยและกระตือรือร้นที่จะหาคำตอบ ยอมรับเมื่อประจักษ์พยาน หรือ เหตุผลที่เพียงพอ และมีความรู้สึที่ดีต่อการเรียนรู้อวิทยาศาสตร์เป็นอย่างดี จิตวิทยาศาสตร์มีความสำคัญคือ ช่วยให้นักเรียนเกิดการแสวงหาความรู้อย่างไม่มีที่สิ้นสุด ช่วยให้เข้าใจ และสามารถปรับให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กัน ถ้านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูง ก็มักจะมีจิตวิทยาศาสตร์สูงด้วยเช่นกัน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน เพื่อให้การวิจัยบรรลุผลตามจุดมุ่งหมายที่กำหนด ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 10 ห้องเรียน นักเรียน 416 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 42 คน ที่ได้มาจากการเลือกอย่างเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 1 ห้องเรียน

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม เรื่องระบบนิเวศโดยมีหัวข้อ ดังนี้

1. ความหมายและประเภทของระบบนิเวศ
2. ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตและการถ่ายทอดพลังงาน

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

การวิจัยครั้งนี้ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 โดยใช้เวลาดทดลอง 14 ชั่วโมง โดยสอน 4 ชั่วโมง/สัปดาห์

แบบแผนการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งดำเนินการทดลองโดยประยุกต์ตามแบบการวิจัยแบบกลุ่มเดียววัดก่อนและหลังเรียน (One Group Pretest – Posttest design) โดยมีแบบแผนการวิจัย ดังตาราง ดังนี้

ตาราง 1 แสดงแบบแผนการทดลอง One Group Pretest – Posttest Design

ก่อนการทดลอง	ตัวแปรอิสระ	หลังการทดลอง
T ₁	X	T ₂

ความหมายของสัญลักษณ์

T ₁	แทน	การทดสอบก่อนการทดลอง
X	แทน	การปฏิบัติกิจกรรม
T ₂	แทน	การทดสอบหลังการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องระบบนิเวศ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
3. แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังนี้ คือ

1. แผนการจัดการเรียนรู้

การสร้างและการหาคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้รูป เพื่อการศึกษาของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์ สาระการเรียนรู้ และ ขอบข่ายเนื้อหาสาระการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์จากหลักสูตรชั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

1.2 ศึกษารายละเอียด หลักการ และแนวคิดรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน

1.3 วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มโนคติ เนื้อหาวิชา และกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องระบบนิเวศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1.4 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ โดยจัดกิจกรรมที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เกิดการลงมือปฏิบัติมากที่สุด โดยการแสวงหาความรู้ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ 5Es จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ ในแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย

1.4.1 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1.4.2 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.4.3 สารการเรียนรู้

1.4.4 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ แบบ 5Es ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรม 5 ชั้น

ดังนี้

1.4.4.1 ชั้นสร้างความสนใจ (Engagement) นำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้รูปภาพหรือคำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจ

1.4.4.2 ชั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม เพื่อสำรวจค้นหาคำตอบหรือความรู้ เรื่องระบบนิเวศ

1.4.4.3 ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) นำข้อมูล ข้อสังเกตที่ได้จากการสำรวจ ค้นหา มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้

1.4.4.4 ชั้นขยายความรู้ (Elaboration) นำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ

1.4.4.5 ชั้นประเมิน (Evaluation) นำความรู้และประสบการณ์ที่ได้มานำเสนอจากชั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ ใช้อธิบายเนื้อหาที่เกี่ยวข้องต่อไป

1.4.5 สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1.4.6 การวัดและประเมินผล

วิธีหาคคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้

1. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้จัดทำขึ้น เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ภาษาและกิจกรรมต่างๆ เพื่อวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ เนื้อหาและขั้นตอนการทำกิจกรรม โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่มีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องระบบนิเวศ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน มีค่าอยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00

2. นำแผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมาปรับปรุงแก้ไข แล้วนำไปทดลองกับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของเนื้อหาภาษาที่ใช้ ความยากง่ายของเนื้อหา และแบบทดสอบ เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยให้นักเรียนเริ่มจากทำแบบทดสอบก่อนเรียน แล้วจึงสอนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน และทำแบบทดสอบหลังเรียน จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันตรวจสอบข้อบกพร่องที่ควรแก้ไขปรับปรุง

3. นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปแก้ไข และหาข้อบกพร่องในการดำเนินลำดับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ระยะเวลา และเตรียมอุปกรณ์และสื่ออื่นๆ เพื่อให้การดำเนินการจัดการเรียนรู้ โดย

กระบวนการสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มเป็นไปอย่างสะดวกและเพียงพอต่อสมาชิก โดยขอคำปรึกษาชี้แนะจากผู้เชี่ยวชาญประกอบการทำแผนการจัดการเรียนรู้

4. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว นำเสนอให้กรรมการควบคุมสารนิพนธ์ตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา และโครงสร้างพร้อมทั้งคำแนะนำเพื่อปรับปรุงแก้ไขก่อนที่จะนำไปสอนจริง

5. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้กับเด็กนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง กลุ่มตัวอย่างจำนวน 42 คน

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องระบบนิเวศ

การสร้างแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ดำเนินการสร้างแบบทดสอบ เป็นข้อสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีขั้นตอน ดังนี้

2.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผล

2.2 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ให้ครอบคลุมเนื้อหาที่ได้แสดงไว้ในกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ระบบนิเวศโดยการแบ่งพฤติกรรมออกเป็นด้านต่างๆ 4 ด้านคือ

2.2.1 ด้านความรู้ – ความจำ

2.2.2 ด้านความเข้าใจ

2.2.3 ด้านการนำไปใช้

2.2.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

1) ด้านความรู้ – ความจำ

1. ระบบนิเวศแบ่งเป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง

ก. 2 ประเภท บนบก ในน้ำ

ข. 3 ประเภท บนบก น้ำจืด น้ำเค็ม

ค. 4 ประเภท บนบก น้ำจืด น้ำเค็ม โลก

ง. 5 ประเภท บนบก น้ำจืด น้ำเค็ม น้ำกร่อย โลก

2) ด้านความเข้าใจ

2. “ได้axonไม้ใหญ่เราจะพบปลวกและไส้เดือนดินเสมอ” ข้อความนี้ตรงกับความหมายในข้อใดมากที่สุด

ก. ประชากร

ข. แหล่งที่อยู่

ค. ระบบนิเวศ

ง. กลุ่มสิ่งมีชีวิต

3) ด้านการนำไปใช้

3. ถ้าต้องการให้โรงเรียนมีผีเสื้อจำนวนมากควรทำอย่างไร

- ก. กำจัดนกในบริเวณโรงเรียน
- ข. ปลูกพืชพวกไม้ดอกเพิ่มขึ้น
- ค. ทำความสะอาดบริเวณโรงเรียน
- ง. เลี้ยงสัตว์หลายชนิดบริเวณโรงเรียน

4) ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4. ถ้านักเรียนนำตุ้ปลา 2 ใบ ใส่ปลา จำนวน 5 ตัว และสาหร่ายจำนวน 3 ต้น เหมือนกันแล้ว หลังจากนั้นนำไปวางข้างหน้าต่างมีแสงสว่างปกติ ตุ้ปลาใบที่ 1 ให้อาหารชนิด A และตุ้ปลาใบที่ 2 ให้อาหารชนิด B แล้วติดตามผลในเวลาเดียวกันติดต่อกันทุกวัน การกระทำดังกล่าวตัวแปรต้น ที่ศึกษาคืออะไร

- ก. ระบบนิเวศ
- ข. ชนิดของอาหาร
- ค. การตายของปลา
- ง. โลกของสิ่งมีชีวิต

โดยสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และพฤติกรรมทั้ง 4 ด้าน เป็นแบบตัวเลือกจำนวน 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ

2.3 นำแบบทดสอบที่ได้สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ตัวเลือก และความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง โดยหาค่าความดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เพื่อปรับปรุงข้อบกพร่องก่อนนำไปใช้จริง

2.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านการตรวจจากผู้เชี่ยวชาญ มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นนำไปทดสอบกับนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง จำนวน 40 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ

2.5 นำแบบทดสอบมาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบ หรือตอบเกิน 1 ตัวเลือก ให้ 0 คะแนน แล้วนำมาวิเคราะห์โดยหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบรายข้อ คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง .20 - .80 และ ค่าอำนาจ (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ได้ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกจำนวน 30 ข้อ ที่มีค่าความยาก อยู่ระหว่าง .22 - .9 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 จากนั้น นำแบบทดสอบที่วิเคราะห์และปรับปรุงแล้ว ไปทดสอบหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร KR – 20 ของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 125) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.78

2.6 นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจคุณภาพแล้ว ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง

3. แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

3.1 ศึกษาวิธีสร้างแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ตามวิธีคิดของลิเคอร์ท (Likert Scale)

3.2 สร้างแบบจิตวิทยาศาสตร์เป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ จำนวน 60 ข้อ ซึ่งจะพิจารณาโดยรวมในการแสดงความคิดเห็นหรือความรู้สึกในวิชาจิตวิทยาศาสตร์

3.3 นำแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม และความถูกต้องของภาษา โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อความกับจิตวิทยาศาสตร์ที่ต้องการวัดทั้ง 7 ด้าน ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการเช่นเดียวกับข้อ 2.3

3.4 นำแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะที่ผู้เชี่ยวชาญได้แนะนำไว้ จากนั้นนำไปทดสอบกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง จำนวน 40 คน

3.5 นำแบบทดสอบวัดจิตวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนทำแล้วมาตรวจให้คะแนน ในการตอบตัวเลือกต่างๆ ตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์โดยกำหนดน้ำหนักของตัวเลือกในช่องต่างๆ เป็น 5, 4, 3, 2, และ 1 ดังนี้

เกณฑ์การให้คะแนน

ความเห็นของนักเรียน	ข้อความแสดงความรู้สึกทางบวก	ข้อความแสดงความรู้สึกทางลบ
เห็นด้วยมากที่สุด	5	1
เห็นด้วย	4	2
ไม่แน่ใจ	3	3
ไม่เห็นด้วย	2	4
ไม่เห็นด้วยมากที่สุด	1	5

3.6 นำผลการตรวจให้คะแนนมาวิเคราะห์ โดยหาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์เป็นรายข้อ โดยใช้ t - test เทคนิค 25% ของเอ็ดเวิร์ด (Edwards) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 132) คัดเลือกข้อความที่มีระดับนัยสำคัญ .05 ขึ้นไป (ค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 1.75 ขึ้นไป) จำนวน 40 ข้อ

3.7 นำแบบทดสอบวัดจิตวิทยาศาสตร์ ไปทดสอบหาค่าความเชื่อมั่น โดยทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง จำนวน 40 คนเพื่อนำคะแนนที่ได้จากแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ มาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับ โดยวิธีสัมประสิทธิ์อัลฟา (α - Coefficient) ของคอนนัค (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 125) มีค่า 0.72

3.8 นำแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ ที่ผ่านการตรวจคุณภาพแล้วไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวิธีการรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 42 คน ที่ได้มาจากการเลือกอย่างเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 1 ห้องเรียน ที่ผู้วิจัยเป็นผู้สอน
2. ทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ นำผลการสอบมาตรวจให้คะแนน แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ โดยใช้สถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าสถิติพื้นฐานที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล มีดังนี้

- 1.1 หาค่าคะแนนเฉลี่ยจากสูตร (บุญชม ศรีสะอาด. 2545: 105)

$$\text{สูตร } \bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

\bar{X} แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม

N แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม

- 1.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน ใช้สูตรค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) จากสูตร (บุญชม ศรีสะอาด. 2545: 106 – 108)

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

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X แทน คะแนนแต่ละตัว

N แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

2. สถิติใช้ทดสอบคุณภาพของเครื่องมือ

- 2.1 หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบโดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2539: 2548 – 249)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้
	$\sum R$	แทน	ผลรวมการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง เตห์ ฟาน เปิดตารางสำเร็จรูปของ จุง เตห์ ฟาน (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2543: 334 – 360)

2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร KR – 20 (Kuder Richardson) (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2539: 215)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	แทน	จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ทำได้ในข้อหนึ่งๆ = $\frac{\text{จำนวนคนที่ตอบถูก}}{\text{จำนวนคนที่ตอบผิด}}$
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ทำผิดในข้อหนึ่งๆ หรือ 1- p
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

2.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร สัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของคอนบัต (ล้วน สายยศ. 2538: 170 – 172)

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ	α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	N	แทน	จำนวนข้อในแบบประเมิน
	S_i^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ
	S_t^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือทั้งฉบับ

2.5 ค่าความยากง่ายของ Sabers (ลั้วน สายยศ. 2538: 182)

$$p = \frac{sum_H + sum_L - n_T(X_{max})}{n_T(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ	p	แทน	ค่าความยากง่าย
	sum_H	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง
	sum_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ
	N_T	แทน	จำนวนคนทั้งหมดที่วิเคราะห์ ($n_H + n_L$)
	X_{max}	แทน	คะแนนสูงสุด
	X_{min}	แทน	คะแนนต่ำสุด

2.6 หาค่าอำนาจจำแนกรายชื่อของ Grossett

$$t = \frac{\overline{X_H} - \overline{X_L}}{\sqrt{\frac{S_H^2}{n_H} + \frac{S_L^2}{n_L}}}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าอำนาจจำแนกรายชื่อของข้อสอบ
	X_H	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูง
	X_L	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ
	S_H^2	แทน	ความแปรปรวนของกลุ่มสูง
	S_L^2	แทน	ความแปรปรวนของกลุ่มต่ำ
	n_H	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูง
	n_L	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มต่ำ

3. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาาสตร์ ก่อนและหลังการทดลอง โดยใช้ t – test for dependent Samples (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 165 - 167)

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

เมื่อ	t	แทน	ค่าวิกฤตที่ใช้ในการพิจารณาการแจกแจงค่าของ t
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างการทดสอบก่อนและหลังการใช้ชุดกิจกรรม

$\sum D^2$ แทน ผลรวมของความแตกต่างการทดสอบก่อนและหลัง
การใช้ชุดกิจกรรมแต่ละตัวยกกำลังสอง

n แทน จำนวนคู่ของคะแนนจากการทดสอบครั้งแรกและ
ครั้งหลัง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

n	แทน	จำนวนตัวอย่าง
\bar{X}	แทน	ค่าคะแนนเฉลี่ย
S.D.	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
k	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบ
t	แทน	ค่าพิจารณาในการแจกแจงแบบทีใน (t-distribution)
df	แทน	ค่าชั้นของความเป็นอิสระ (Degrees of freedom)
**	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและแปรข้อมูล ผู้วิจัยได้เสนอตามขั้นตอนดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐานเรื่อง ระบบนิเวศ ซึ่งผู้วิจัยได้นำผลต่างระหว่างคะแนนทดสอบหลังการเรียนกับคะแนนทดสอบก่อนการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมาเปรียบเทียบกันโดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t – test Dependent Sample ได้ผล ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน เรื่อง ระบบนิเวศ โดยใช้สถิติ t-test Dependent Sample

กลุ่มทดลอง	n	k	\bar{X}	S.D.	t
ก่อนเรียน	30	42	11.02	3.66	
หลังเรียน	30	42	19.67	4.13	14.9**

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

$$t(.01 ; df 41) = 2.704$$

ผลการวิเคราะห์จากตาราง 2 พบว่า คะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐานเท่ากับ 11.02 และ 3.66 ตามลำดับ และหลังจากได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐานนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 19.67 และ 4.13 ตามลำดับ แสดงว่า จากการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐานทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้นจริง (คะแนนเฉลี่ยสูงขึ้น) เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อพิจารณาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่า ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังเรียนมีค่าสูงขึ้นเล็กน้อย แสดงว่าคะแนนการกระจายมากขึ้นเล็กน้อย คือ นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานในข้อ 1

2. เปรียบเทียบจิตวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน เรื่องระบบนิเวศ ซึ่งผู้วิจัยได้นำผลต่างระหว่างคะแนนวัดระดับจิตวิทยาศาสตร์หลังการเรียนกับคะแนนวัดระดับจิตวิทยาศาสตร์ก่อนการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมาเปรียบเทียบกันโดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ $t - test$ Dependent Sample ได้ผลดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 การเปรียบเทียบระดับจิตวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน เรื่อง ระบบนิเวศ โดยใช้สถิติ $t - test$ Dependent Sample

กลุ่มทดลอง	n	k	\bar{X}	S.D.	t
ก่อนเรียน	42	200	123.12	6.97	
หลังเรียน	42	200	135.43	8.01	16.36**

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

$$t(.01 ; df 41) = 2.704$$

ผลการวิเคราะห์จากตาราง 3 พบว่า ระดับจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน มีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 123.12 คะแนน และ 6.97 ตามลำดับ และหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนโดย

ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน นักเรียนมีค่าเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 135.43 คะแนน และ 8.01 ตามลำดับ แสดงว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน ทำให้นักเรียนมีระดับจิตวิทยาการศึกษาระดับสูงขึ้นไปจริง (คะแนนเฉลี่ยสูงขึ้น) เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจิตวิทยาการศึกษาระดับก่อนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน มีคะแนนจิตวิทยาการศึกษาระดับสูงขึ้นไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อพิจารณาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่า ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังเรียนมีค่าสูงขึ้นเล็กน้อย แสดงว่า คะแนนการกระจายมากขึ้นเล็กน้อย คือ นักเรียนมีระดับจิตวิทยาการศึกษาระดับสูงขึ้นไปตามสมมติฐานในข้อ 2

บทที่ 5

สรุป อภิปรายและข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน เรื่อง ระบบนิเวศ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดความมุ่งหมายไว้ ดังนี้

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน
2. เพื่อศึกษาจิตวิทยาาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน

สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการการสอน โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการการสอน โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน มีจิตวิทยาาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 10 ห้องเรียน จำนวน นักเรียน 416 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 42 คน ที่ได้มาจากการเลือกอย่างเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 1 ห้องเรียน

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้เวลาในการทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ใช้เวลาในการทดลอง 14 ชั่วโมง

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ สารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม เรื่องระบบนิเวศ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างเครื่องมือในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องระบบนิเวศ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

3. แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก นำแบบทดสอบไปใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.2 – 0.8 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.2 – 1 มีค่าความเชื่อมั่น 0.78 โดยคัดเลือกไว้ 30 ข้อ

แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ เป็นแบบวัดชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ จำนวน 40 ข้อ นำแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ไปทดสอบกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง มีค่าความเชื่อมั่น 0.72

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองมีวิธีการดำเนินการ ดังนี้

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง เป็นกลุ่มตัวอย่าง มีนักเรียน ทั้งหมด 42 คน

2. ทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์

3. ดำเนินการจัดการเรียนการสอน เรื่องระบบนิเวศ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน

4. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามขั้นตอนที่ระบุแล้ว ทำการทดสอบหลังการเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ ฉบับเดิม ห่างกัน 2 สัปดาห์

5. นำผลคะแนนจากการตรวจสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน โดยใช้ค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน วิเคราะห์คะแนนเฉลี่ย t-test Dependent Sample

2. เปรียบเทียบระดับจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน โดยใช้ค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน วิเคราะห์คะแนนเฉลี่ย t-test Dependent Sample

สรุปผลการวิจัย

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนสาธิตมหาวิทาลัยรามคำแหง ที่ได้รับการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน สรุปผลได้ ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการการสอน โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน มีจิตวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทาลัยรามคำแหงที่ได้รับการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน ผลการวิจัยสามารถอภิปรายผล ได้ดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอน โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 จากผลการวิจัยดังกล่าว สรุปได้ ดังนี้

นักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอน โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจาก การสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐานนั้นได้เน้นการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (แบบ 5 E) โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนด้วยกัน คือ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Engage) ขั้นนี้ครูจะกระตุ้นความสนใจของนักเรียนเตรียมความพร้อมที่จะเริ่มต้นเรียนรู้ในเนื้อหาที่กำหนดต่อไป ขั้นสำรวจ (Exploration) ขั้นนี้จะกระตุ้นความคิดของนักเรียนในการแก้ปัญหาที่กำหนดให้ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นแนวทางการแก้ปัญหา รวมทั้งทำการทดลองเพื่อทดสอบความคิด หรือทดลองตามแบบที่กำหนดในบทเรียน เพื่อสร้าง

องค์ความรู้ที่ติดตัวกับนักเรียน ชั้นอธิบาย (Explanation) ชั้นนี้นักเรียนนำผลการทดลองมาอธิบาย และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการทดลองนำมาวิเคราะห์ข้อมูลในแบบต่างๆ เพื่อให้สามารถอธิบายผลการทดลองได้ถูกต้องและชัดเจน ตลอดจนสามารถสรุปผลการทดลองเป็นองค์ความรู้ของนักเรียน ชั้นขยายความรู้ (Elaboration) ชั้นนี้นักเรียนแต่ละคนจะได้นำองค์ความรู้ที่ค้นพบไปใช้แก้ปัญหาในกรณีต่างๆ ชั้นประเมิน (Evaluation) ชั้นนี้ครูผู้สอนเน้นให้นักเรียนได้นำความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ ที่ได้เรียนรู้ จากขั้นตอนต่างๆ เพื่อสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้จากกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งจากผลการวิจัย จะเห็นได้จากการใช้กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้วยการใช้รูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐานนั้น ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. เปรียบเทียบระดับจิตวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอน โดยใช้ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน พบว่า นักเรียน มีจิตวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 จากผลการวิจัยดังกล่าวสรุปได้ ดังนี้

นักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอน โดยใช้ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน มีจิตวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากการสอนโดยใช้ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน นั้น ได้มีการส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยกิจกรรมที่เน้นรูปแบบกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้ (แบบ 5 E) โดยใช้กิจกรรมที่ผสมผสาน กิจกรรมที่สนุกและตื่นเต้น เน้นการพัฒนาด้านสมอง ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจและสนุกสนาน มีความอยากรู้อยากเห็น ส่งผลให้นักเรียนพยายามดึงศักยภาพสมองของตน เมื่อได้ทำกิจกรรมการทดลองตามแนวคิดของตัวเอง หรือทดลองตามแบบที่กำหนดในบทเรียน หรือสถานการณ์ที่กำหนดก็ได้ออกแบบกิจกรรมการทดลองด้วยตนเอง หรือร่วมแสดงความคิดเห็น ร่วมกันออกแบบการทดลองของกลุ่มทำให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น และสามารถค้นหาคำตอบที่ได้จากการทดลองอย่างมีเหตุผล ทำให้นักเรียนมีการปฏิสัมพันธ์ ภายในกลุ่มมากยิ่งขึ้น นักเรียนใจกว้างและยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น จากรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐานนี้ทำให้สามารถพัฒนาระดับจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้น และสามารถพัฒนาตนเอง และงานให้เกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้และการศึกษาวิจัย ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ครูผู้สอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ควรนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยอาจเลือกเนื้อหาอื่นๆ ที่เหมาะสมมาจัดทำเป็นชุดกิจกรรมสร้างองค์ความรู้ ซึ่งจะช่วยพัฒนาผู้เรียน ทั้งทางด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และจิตวิทยาศาสตร์

1.2 ครูผู้สอนควรสร้างบรรยากาศ ในการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาสาระที่เรียน โดยให้ผู้เรียนได้แสดงความสามารถของตนเอง ออกมาอย่างอิสระ ทั้งในด้านความรู้ ความคิด และการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีพัฒนาการด้านสมองเพื่อที่จะได้รับองค์ความรู้อย่างเต็มที่

1.3 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน ควรใช้ความรู้ ความเข้าใจที่เกี่ยวข้องกับสมองเป็นเครื่องมือในการออกแบบกระบวนการเรียนรู้และกระบวนการอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อสร้างศักยภาพสูงสุดในการเรียนรู้

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการวิจัยการใช้รูปแบบการสอนที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน ในรายวิชา ระดับชั้น และเนื้อหาอื่นๆ

2.2 ควรมีการวิจัยการใช้รูปแบบการสอนที่ใช้สมองเป็นพื้นฐานกับตัวแปรอื่นๆ เช่น การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดอย่างมีเหตุผล ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2544). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- . (2545). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: กระทรวงฯ.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). *การเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนสำคัญที่สุด : แนวทางสู่การปฏิบัติ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา.
- โกมล เรืองฤทธิ์กุล. (2542). *ความใฝ่ใจต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ในวิทยาลัยเทคนิค กรมอาชีวศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- เขมิกาญจน์ ทองมา. (2540). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยฝึกสร้างเกมวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ตามแนวการสอนของ สสวท*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เครีอรรณ พงษ์ประวัตติ. (2551). *ผลการใช้คู่มือการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (BBL) เพื่อพัฒนาทักษะคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่องการบวกและการลบ*. สืบค้นเมื่อ 23 กันยายน 2552, จาก <http://www.vcharkarn.com/journal/view/84>
- จรรยา ชื่นเกษม. (2540). *การศึกษาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา ที่เข้าร่วมกิจกรรมวาดภาพประกอบการเล่านิทาน*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษาพิเศษ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จุรีรัตน์ นันทัยทวีกุล. (2538). *การวิเคราะห์องค์ประกอบคุณลักษณะความรับผิดชอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในกรุงเทพมหานคร*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จุลพงษ์ กลิ่นหอม. (2549). *การสร้างแบบวัดจิตวิทยาาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มโรงเรียนในเครือมูลนิธิเซนต์คาเบรียลแห่งประเทศไทย เขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชุตินา วัฒนาศิริ. (2540?). *การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- ชวลีพร พินิจพล. (2552). รายงานผลการพัฒนาทักษะการอ่านเชิงวิเคราะห์ด้วยแบบฝึกทักษะประกอบ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. สืบค้นเมื่อ 23 กันยายน 2552, จาก <http://www.nachuakpit.ac.th/>
- ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2550). เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 10. นนทบุรี: บริษัทไทยเนรมิตกิจ อินเตอร์ โพรเกรสซิฟ.
- ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. (2542). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ : ทัศนะแบบองค์รวม. กรุงเทพฯ: เลิฟแอนด์ลิฟเพรส.
- ทบวงมหาวิทยาลัย. (2525). ชุดส่งเสริมสำหรับครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: คณะกรรมการการพัฒนา การสอนและอุปกรณ์.
- ทศนา แคมมณี. (2534). คู่มือคู่มือรูปแบบการฝึกทักษะการทำงานกลุ่มสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 5. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- . (2544). วิทยาการด้านการคิด. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- ทศนา แคมมณี; และคณะ. (2545). กระบวนการเรียนรู้ (Learning Process). กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพ วิชาการ(พว.).
- ชนัดต์ จันทวาท. (2549). ผลของการใช้การฝึกอบรมแบบบูรณาการที่มีต่อความรู้ความเข้าใจในการจัด การเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐานของครูในโรงเรียน ระดับประถมศึกษาที่เข้าร่วมโครงการ โรงเรียนแกนนำจัดการเรียนร่วม จังหวัดนครราชสีมา. สารนิพนธ์ กศ.ม. (จิตวิทยาการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ธัญญรัตน์ บุญธัญกรณ์. (2539). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสนใจทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยใช้แผ่นภาพเคลื่อนไหวโพลีโมชันกับการสอน ตามคู่มือครู. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ธีรพงษ์ แสงสิทธิ์. (ม.ป.ป.). ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ได้โดยเข้าใจสมอง. สืบค้นเมื่อ 1 สิงหาคม 2552, จาก http://nakhamwit.ac.th/pingpong_web/Article_2.html
- ธีรวุฒิ เอกะกุล. (2541). พฤติกรรมองค์การที่เอื้อต่อความเป็นครูเก่งและครูดี : กรณีศึกษาข้าราชการครู ที่สำเร็จการศึกษาจากโครงการคุรุทายาทของสถาบันราชภัฏ. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ด. (การวิจัย และพัฒนาหลักสูตร). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นภาพร สิ้นสวัสดิ์. (2535). การพัฒนาแบบประเมินสมรรถภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (ภาควิชาวิจัยการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- นารีรัตน์ พงษ์พิมาย. (2537). การเปรียบเทียบบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีระดับการให้เหตุผลเชิงจริยธรรมต่างกัน. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (ภาควิชามัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

- นำพร ไวว่อง. (2537). ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมผู้นำกับความพึงพอใจในการทำงานของวิทยากรย์
สังกัดกระทรวงสาธารณสุข. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (บริหารการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บังอร ภัทรโกมล. (2541). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต หน่วยตัวเราด้วยการสอน
แบบโครงการ. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยสำหรับครู. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญสม โพธิ์เงิน. (2537). คุณธรรมในการอยู่ร่วมกันของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียน
ประถมศึกษา สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดพิษณุโลก. วิทยานิพนธ์ กศ.ม.
(จิตวิทยาการแนะแนว). พิษณุโลก: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร. ถ่ายเอกสาร.
- ประทุม อัดชู. (2547). ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ประพุดิ ศีลพิพัฒน์. (2540). การศึกษาผลของการใช้ชุดกิจกรรมสร้างสิ่งประดิษฐ์ในค่ายวิทยาศาสตร์
ที่มีต่อความสามารถในการสร้างสิ่งประดิษฐ์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ:
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ปราโมทย์ ธรรมสโรช. (2535). ความสัมพันธ์ระหว่างความสนใจในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับ
มโนทัศน์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรุงเทพมหานคร.
วิทยานิพนธ์ ค.ม. (ภาควิชามัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
ถ่ายเอกสาร.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2529). การสร้างและการพัฒนาแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ:
สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยามหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
----- (2540). วิธีวิจัยทางการพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ:
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์. (2545). พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: เดอร์มาสเตอร์กรุ๊ป.
- ไพรัตน์ คำปวา. (2541). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ที่ได้รับการสอนตามรูปแบบการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์ความรู้โดยเน้นการเรียนรู้ร่วมกัน.
ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- มะลิวรรณ วีระจิตต์. (2533). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้สถานการณ์
ประกอบการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและการสอนตามคู่มือครู สสวท. ปรินญาณิพนธ์
กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
ถ่ายเอกสาร

- ยุวธิดา คำปวน. (2545). ผลของการเรียนรู้แบบแผนผังทางปัญญาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง (ฝ่ายประถม) กรุงเทพมหานคร. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (จิตวิทยาการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- รัตติยา รัตนอุดม. (2547). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบโครงงานกับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซิม. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- รัตน์ติกาญ สุทธิเกิด. (2550). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และจิตวิทยาาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการด้วยโปรแกรม SCILAB. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- . (2540). สถิติวิทยาทางการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- . (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
- วรกิตต์ ผ่องศรี. (2538). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านความคิดรวบยอดและความสนใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้โมชันพิคเจอร์กับการสอนตามคู่มือครู. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. (2549). การพัฒนารูปแบบการสอนอ่านจับใจความ กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ด้วยการจัดกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามแนวคิดโดยใช้สมองเป็นฐาน. สืบค้นเมื่อ 23 กันยายน 2552, จาก <http://www.school.mkarea1.go.th/modules.php?name=News&file=article&sid=5>
- วิโรจน์ ลักษณะอดิศร. (ม.ป.ป.). การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน. สืบค้นเมื่อ 1 สิงหาคม 2552, จาก http://www.se-ed.com/se-ed/version100px/images_slc/bbl.ppt
- วิไลวรรณ ปิยะปกรณ. (2548). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และวิพากษ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการคิดแบบกลุ่มร่วมมือกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศิริภรณ์ เม่นมัน. (2543). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนตามทฤษฎีสรคณิยม. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2530). การพัฒนาแบบวัด ผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ : แบบวัดบุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์. รายงานการวิจัย.
- . (2533). *ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สาขาวิจัยและการประเมินผล.
- สมจิต สวธน์ไพบุลย์. (2535). *ธรรมชาติวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- . (2535). *ประมวลการพัฒนาการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมชัย อุ่ณนันต์. (2539). *การศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมเทคโนโลยีในท้องถิ่นที่มีต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสนใจทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมทรง สวัสดิ์. (2549). *ผลการใช้ชุดกิจกรรมฝึกทักษะการฟัง-พูด ภาษาอังกฤษที่ใช้หลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานสำหรับนักเรียนและเจตคติต่อชุดกิจกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ ระยอง*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม.(หลักสูตรและการสอน). ชลบุรี: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา. ถ่ายเอกสาร.
- สมหวัง พิธิยานุวัฒน์; และ จันท์เพ็ญ เอื้อพานิช. (2524). *รายงานการวิจัยเรื่อง การสร้างแบบสำรวจความเป็นครูและเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ทบวงมหาวิทยาลัย.
- สายพิน ศรีสุวรรณรัตน์. (2540). *การวิเคราะห์องค์ประกอบบุคลิกภาพนักวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในจังหวัดปทุมธานี*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2540). *ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์โอเดียนสแควร์.
- . (2540 – 2544). *แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 8*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2547). *กลยุทธ์การสอนคิดแก้ปัญหา*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- อรนุช ลิมตศิริ. (2549). *การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- อรพิน หงวนศิริ. (2533). *ความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อรวรรณ พลายนหาร. (2545). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสนใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการเรียนการสอนโดยการจัดการกิจกรรมการสอนแบบ 4 MAT กับการสอนปกติ*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- อรอุมา กาญจนี. (2549). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทาง PDCA และ แบบสืบเสาะหาความรู้. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อุดมลักษณ์ นกฟุ้งฟูม. (2545). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดกับการสอนโดยใช้ผังมโนมิติ. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- Billeh, Victor Y.; & Zakhariades, George A. (1975, April-June). The Development and Application of Scale of Measuring Scientific Attitudes. *Science Education*. 59(2): 155 – 165.
- Hilgard, Ernest R. (1962). *Introduction to Psychology*. New York: Haccourt Brace & World.
- Klinckman, E. (1970). *Biology Teacher's Handbook*. 2nd ed. New York : John Wiley and Sons.
- Kuslan, Louis L.; & Stone, Harris A. (1969). *Teaching Children Science : An Inquiry Approach*. U.S.A.: WadsWorth Publishing.
- MaCandless, Boyd R.; & Even, D. Ellis. (1978). *Children and Youth. Psychological Development*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Moravesik, M.J. (1981, April). Creativity in Science Education. *Science Education*. 65(2): 221 – 227.
- Piltz, A.; & Sund, B.R. (1974). *Creative Teaching of Science in the Elementary School*. 2nd ed. Boston: Allyn and Bacon.
- Smith, Partly Temeton. (1994, January). Effect on Student Attitude and Achievement. *Dissertation Abstract International*. 57(7): 2528 – 17.
- Victor, Y. Billeh; & George, A. Zakhariades. (1975, April-June). The Development and Application of a Scale for Measuring Scientific Attitude. *Science Education*. 59(2): 155 – 156.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิไลวรรณ ปิยะปกรณ์	<p>อาจารย์สอนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร วุฒิการศึกษา กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ</p>
อาจารย์ชัยวัฒน์ หมูเจริญ	<p>อาจารย์สอนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร วุฒิการศึกษา วท.ม. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม) จาก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์</p>
อาจารย์ชบา เมืองจีน	<p>อาจารย์สอนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร วุฒิการศึกษา กศ.ม. (การวัดและประเมินผล) จาก มหาวิทยาลัยรามคำแหง</p>

แบบประเมินประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องระบบนิเวศ โดยใช้ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง : แบบประเมินประสิทธิภาพ มีจำนวน 3 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้เชี่ยวชาญ

ตอนที่ 2 แบบแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญกับเครื่องมือวิจัย

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับเครื่องมือวิจัย

โปรดกรอกข้อความและทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่กำหนด ตามความเป็นจริง

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้เชี่ยวชาญ

1. ชื่อ นามสกุล

อาชีพ ตำแหน่ง

สถานที่ทำงาน

หมายเลขโทรศัพท์

2. วุฒิการศึกษา

3. ประสบการณ์ด้านการจัดการเรียนการสอน

ต่ำกว่า 3 ปี

ตั้งแต่ 3 – 5 ปี

ตั้งแต่ 6 – 8 ปี

มากกว่า 8 ปี

ตอนที่ 2 แบบประเมินการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

โดย : โดยผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง :

1. การประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ เพื่อวิเคราะห์หาค่าความสอดคล้องของชุด ซึ่งพิจารณารายละเอียดสำคัญ ดังนี้

- 1.1 รายละเอียดแผนการจัดการเรียนรู้
- 1.2 ขั้นตอนและกระบวนการจัดการเรียนรู้
- 1.3 แหล่งเรียนรู้และสื่อการเรียนรู้
- 1.4 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

2. การลงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ใช้เกณฑ์ในการให้คะแนน ดังนี้

- +1 หมายถึง เมื่อท่าน **แน่ใจ** ว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้อง
- 0 หมายถึง เมื่อท่าน **ไม่แน่ใจ** ว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้อง
- 1 หมายถึง เมื่อท่าน **แน่ใจ** ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ไม่มีความสอดคล้อง

3. เมื่อพิจารณาแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในแบบประเมิน

ตาราง 4 บันทึกความเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องระบบนิเวศ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			หมายเหตุ
	+1	0	-1	
รายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้				
1. การกำหนดรายละเอียดของหัวข้อหลักในแผนการจัดการเรียนรู้ครบถ้วน				
2. การกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้				
3. การกำหนดสาระการเรียนรู้				
4. การกำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง				
5. การกำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์				
กระบวนการจัดการเรียนรู้				
6. ความเหมาะสมของเนื้อหาและกิจกรรม				
7. ความหลากหลายของกิจกรรม				
8. ความน่าสนใจของกิจกรรม				
9. ความต่อเนื่องของเนื้อหาในแต่ละกิจกรรม				
10. เวลาในการจัดกิจกรรมในแต่ละกิจกรรม				
11. รูปแบบการจัดกิจกรรมเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เน้นรูปแบบ 5Es				
แหล่งเรียนรู้ / สื่อการเรียนรู้				
12. ความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้				
13. เนื้อหาและข้อมูลในสื่อการเรียนรู้				
14. ความหลากหลายของสื่อการเรียนรู้				
15. ความน่าเชื่อถือของข้อมูล				
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้				
16. มีการใช้แบบประเมินผลการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย				
17. มีการใช้แบบประเมินตามสภาพจริง				
18. แบบประเมินสามารถวัดผลได้ตรงตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง				
19. แบบประเมินสามารถวัดผลกิจกรรมการเรียนรู้ แบบเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญได้ชัดเจน				

แบบประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
โดย : ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง :

1. การประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐานเพื่อวิเคราะห์หาค่า IOC แบ่งคุณลักษณะที่ต้องการประเมิน ดังนี้

1.1 ความชัดเจนของคำถาม

1.2 ความสอดคล้องกับพฤติกรรมด้านความรู้ – ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1.3 ความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

2. เกณฑ์การประเมินของผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้
 +1 หมายถึง เมื่อท่าน **แน่ใจ** ว่า ข้อสอบนั้นสามารถวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านต่างๆ ที่ต้องการวัด มีความชัดเจนของข้อคำถามและมีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

0 หมายถึง เมื่อท่าน **ไม่แน่ใจ** ว่าข้อสอบนั้นสามารถวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านต่างๆ ที่ต้องการวัด มีความชัดเจนของข้อคำถามและมีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

-1 หมายถึง เมื่อท่าน **แน่ใจ** ว่าข้อสอบนั้นสามารถวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านต่างๆ ที่ต้องการวัด **ไม่มีความชัดเจน** ของข้อคำถามและ**ไม่มีความสอดคล้อง** กับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ตาราง 5 บันทึกความเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ระดับความคิดเห็น			ข้อที่	ระดับความคิดเห็น		
	+1	0	-1		+1	0	-1
1				26			
2				27			
3				28			
4				29			
5				30			
6				31			
7				32			
8				33			
9				34			
10				35			
11				36			
12				37			
13				38			
14				39			
15				40			
16				41			
17				42			
18				43			
19				44			
20				45			
21				46			
22				47			
23				48			
24				49			
25				50			

แบบประเมินแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์โดยผู้เชี่ยวชาญ

โดย : ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

1. การประเมินจิตวิทยาศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์หาค่า IOC แบ่งคุณลักษณะที่ต้องการประเมินออกเป็น 6 ด้าน ดังนี้

- 1.1 ด้านความสนใจใฝ่รู้
- 1.2 ด้านความซื่อสัตย์
- 1.3 ด้านความอดทน มุ่งมั่น
- 1.4 ด้านการมีใจกว้างยอมรับฟังความเห็นของผู้อื่น
- 1.5 ด้านความคิดสร้างสรรค์
- 1.6 ด้านการมีความสงสัยและกระตือรือร้นที่จะหาคำตอบ

2. เกณฑ์การประเมินของผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้
 +1 หมายถึง เมื่อท่าน **แน่ใจ** ว่าข้อคำถามนั้นสามารถวัดได้ตรงตามพฤติกรรมที่ต้องการวัด และมีความชัดเจนของข้อคำถาม สอดคล้องกับพฤติกรรมด้านต่างๆ ที่กำหนด และตัวเลือกมีความเหมาะสม

0 หมายถึง เมื่อท่าน **ไม่แน่ใจ** ว่าข้อคำถามนั้น สามารถวัดได้ตรงตามพฤติกรรมที่ต้องการวัดและมีความชัดเจนของข้อคำถามสอดคล้องกับพฤติกรรมด้านต่างๆ และตัวเลือก มีความเหมาะสม

-1 หมายถึง เมื่อท่าน **แน่ใจ** ว่า ข้อสอบนั้น **ไม่สามารถวัด** ได้ตรงตามพฤติกรรมที่ต้องการวัดและ **ไม่มีความชัดเจน** ของข้อคำถาม ไม่สอดคล้องกับพฤติกรรมด้านต่างๆ ที่กำหนด และตัวเลือกไม่มีความเหมาะสม

ตาราง 6 แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์

ข้อที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็น		
		เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย
	ด้านความสนใจไม่รู้			
1.	ข้าพเจ้าตั้งใจเรียนและชอบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มาก			
2.	ข้าพเจ้าอยากเข้าร่วมกิจกรรมวิทยาศาสตร์			
3.	ข้าพเจ้าชอบซักถามคำถามในเวลาเรียนวิทยาศาสตร์			
4.	ข้าพเจ้าอยาการู้สิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิต			
5.	ข้าพเจ้าชอบชมนิทรรศการเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์			
6.	ข้าพเจ้าชอบค้นคว้าความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์			
7.	ถ้าข้าพเจ้าเจอต้นไม้ประหลาดกว่าที่เคยเห็นข้าพเจ้าก็จะไม่สนใจ			
8.	การสังเกตสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเป็นลักษณะของการจับผิด			
9.	ข้าพเจ้าสรุปข้อคิดเห็นด้วยตัวเองเสมอ			
10.	ข้าพเจ้าชอบร่วมกลุ่มช่วยกันค้นคว้าหาความรู้ร่วมกันกับเพื่อน ๆ			
	ด้านความซื่อสัตย์			
1.	ในการทำการทดลองข้าพเจ้าบันทึกผลตามความจริง			
2.	ถ้าข้าพเจ้าทำการทดลองพลาด ข้าพเจ้าจะแก้ไขผลการทดลองให้ถูกต้องส่งครู			
3.	การทำสิ่งที่ผิดให้ถูกเป็นคนฉลาด			
4.	ข้าพเจ้าไม่เคยลอกผลงานคนอื่นส่งครู			
5.	ข้าพเจ้าคิดว่าตนเองมีความซื่อสัตย์จนเป็นที่ยอมรับของเพื่อนและครู			
6.	ข้าพเจ้ายอมรับความผิดพลาดว่าเป็นผลงานของข้าพเจ้าเมื่อข้าพเจ้าเป็นผู้กระทำ			
7.	เมื่อเพื่อนทำการบ้านไม่ได้ข้าพเจ้าจะให้เพื่อนลอก			
8.	ข้าพเจ้าจะเปลี่ยนผลการทดลองเพื่อให้ได้ผลตรงกับที่อาจารย์บอก			
9.	เมื่อดำเนินการทดลองไม่เสร็จในเวลาที่กำหนดข้าพเจ้าจะเขียนผลขึ้นมาเองส่งครู			
10.	ข้าพเจ้าจะปรับเปลี่ยนข้อมูลเพื่อสะดวกต่อการนำเสนอ			

ตาราง 6 (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็น		
		เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย
	ด้านความอดทน มุ่งมั่น			
1.	ถ้าข้าพเจ้าทำกิจกรรมใดก็ตามข้าพเจ้าจะทุ่มเทสุดความสามารถ			
2.	ข้าพเจ้ารับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายอย่างเต็มความสามารถ			
3.	ข้าพเจ้ามักจะเผลอหลับในเวลาเรียนบ่อยๆ			
4.	ข้าพเจ้าจะรู้สึกไม่สบายใจถ้าข้าพเจ้าทำงานผิดพลาด			
5.	ข้าพเจ้าไม่สามารถมีสมาธิกับการเรียนวิทยาศาสตร์ได้นานๆ			
6.	เมื่อมีอุปสรรคข้าพเจ้าจะเลิกทำทันทีเพื่อไม่ให้เสียเวลา			
7.	ข้าพเจ้าไม่ชอบเรียนวิทยาศาสตร์เมื่อโดนครูตำหนิหรือลงโทษ			
8.	ข้าพเจ้าคิดว่าการทดลองวิทยาศาสตร์ต้องทำการทดลองหลายๆ ครั้ง			
9.	ในการเรียนวิทยาศาสตร์ถ้าเป็นเรื่องคำนวณข้าพเจ้ารู้สึกไม่ถนัด ข้าพเจ้าก็ไม่อยากเรียน			
10.	ถ้ามีข้อสงสัยข้าพเจ้าจะเข้าห้องสมุดหรืออินเทอร์เน็ตเพื่อหาคำตอบ			
	ด้านการมีใจกว้างยอมรับฟังความเห็นของผู้อื่น			
1.	ข้าพเจ้าจะขอคำแนะนำจากเพื่อนเมื่อเกิดข้อสงสัย			
2.	ข้าพเจ้ารู้สึกสบายใจเมื่อเป็นคนเดียวที่ทำการทดลองไม่เหมือนกลุ่มอื่น			
3.	ข้าพเจ้าคิดว่าการเข้าค่ายวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนที่เรียนเก่งเท่านั้น			
4.	ข้าพเจ้ายึดความคิดของตนเองในการตัดสินใจในการทำงานกลุ่ม			
5.	การแสดงความคิดเห็นหลายๆ คนทำให้ความเห็นต่างกัน ทำให้ทะเลาะกัน			
6.	ข้าพเจ้าจะให้ความช่วยเหลือเพื่อนเมื่อเพื่อนขอร้องให้ช่วยเท่านั้น			
7.	ข้าพเจ้าจะน้อยใจเมื่อถูกครูตำหนิข้าพเจ้าและกล่าวชมเชยเพื่อน			
8.	ข้าพเจ้าจะแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนในการทำการทดลองวิทยาศาสตร์			
9.	ข้าพเจ้าไม่สนใจคำวิพากษ์วิจารณ์ของเพื่อน			
10.	ข้าพเจ้าคิดว่าข้อคิดเห็นของผู้อื่นมีประโยชน์			

ตาราง 6 (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็น		
		เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ
	ด้านความคิดสร้างสรรค์			
1.	ข้าพเจ้ามักจะประดิษฐ์สิ่งของจากวัสดุเหลือใช้			
2.	ข้าพเจ้าไม่ขอให้ครูบังคับให้นักเรียนทำโครงการวิทยาศาสตร์			
3.	ข้าพเจ้าชอบให้โรงเรียนจัดงานประกวดสิ่งประดิษฐ์และโครงการวิทยาศาสตร์			
4.	ข้าพเจ้าไม่กล้าทำอะไรใหม่ ๆ เพราะกลัวการผิดพลาด			
5.	ข้าพเจ้าชอบคิดค้นวิธีการทำงานแบบใหม่ ๆ อยู่เสมอ			
6.	ข้าพเจ้าสามารถนำความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้			
7.	ถ้าข้าพเจ้าเห็นเพื่อนทำอะไรแปลกใหม่ ข้าพเจ้าจะไม่ยอมรับ			
8.	ข้าพเจ้าชอบดูทีวีรายการเกี่ยวกับการทดลองวิทยาศาสตร์ ที่มีของแปลก ๆ			
9.	การทดลองของข้าพเจ้าต้องสอดคล้องกับทฤษฎีเท่านั้น			
10.	เมื่อข้าพเจ้านำข้อมูลจากหลาย ๆ คนมาใช้เกิดความวุ่นวาย			
	ด้านการมีความสงสัยและกระตือรือร้นที่จะหาคำตอบ			
1.	ข้าพเจ้าจะหาคำตอบด้วยตนเองเสมอ			
2.	ข้าพเจ้าจะขอคำแนะนำจากครูหรือเพื่อนทุกครั้งที่ยังสงสัย			
3.	ข้าพเจ้าจะรีบทำงานให้เสร็จทันเวลาที่กำหนด			
4.	การทดลองทางวิทยาศาสตร์ทำให้ข้าพเจ้าได้ความรู้ใหม่			
5.	ข้าพเจ้าชอบการไปทัศนศึกษานอกโรงเรียนทำให้เกิดความรู้มากกว่าในห้องเรียน			
6.	การหาข้อมูลเป็นหน้าที่ของหัวหน้ากลุ่ม			
7.	ข้าพเจ้าจะรอให้กลุ่มอื่นทำงานเสร็จก่อนเพื่อกลุ่มข้าพเจ้าจะได้ข้อมูลที่ดี			
8.	ข้าพเจ้ามักจะตั้งคำถามให้กับตนเองและหาคำตอบอยู่เสมอ			
9.	ข้าพเจ้ารู้สึกว่างานค้นคว้าน่าเบื่อหน่าย			
10.	ข้าพเจ้าไม่กล้าซักถามปัญหาครูเมื่อเกิดข้อสงสัย			

ภาคผนวก ข

- ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ (IOC)
- ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (IOC)
- ผลการวิเคราะห์หาความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ความเชื่อมั่น (rc) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
- ผลการวิเคราะห์แสดงการวิเคราะห์ ความแปรปรวนของข้อสอบรายข้อ (S_i) ความแปรปรวนของข้อสอบทั้งฉบับ (S_t) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) และความเชื่อมั่นของแบบวัดจิตวิทยาาสตร์ทั้งฉบับ (α)

ตาราง 7 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้

รายการ	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
รายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้				
1. การกำหนดรายละเอียดของหัวข้อหลักในแผนการจัดการเรียนรู้ครบถ้วน	1	1	1	1
2. การกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้	1	1	1	1
3. การกำหนดสาระการเรียนรู้	1	1	1	1
4. การกำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	1	1	1	1
5. การกำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์	1	1	1	1
กระบวนการจัดการเรียนรู้				
6. ความเหมาะสมของเนื้อหากับกิจกรรม	1	1	1	1
7. ความหลากหลายของกิจกรรม	1	1	1	1
8. ความน่าสนใจของกิจกรรม	1	1	1	1
9. ความต่อเนื่องของเนื้อหาในแต่ละกิจกรรม	1	1	1	1
10. เวลาในการจัดกิจกรรมในแต่ละกิจกรรม	1	0	1	0.67
11. รูปแบบการจัดกิจกรรมเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญเน้นรูปแบบ 5Es	1	1	1	1
แหล่งเรียนรู้ / สื่อการเรียนรู้				
12. ความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้	1	1	1	1
13. เนื้อหาและข้อมูลในสื่อการเรียนรู้	1	1	1	1
14. ความหลากหลายของสื่อการเรียนรู้	1	1	1	1
15. ความน่าเชื่อถือของข้อมูล	1	1	1	1
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้				
16. มีการใช้แบบประเมินผลการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย	1	1	1	1
17. มีการใช้แบบประเมินตามสภาพจริง	1	1	1	1
18. แบบประเมินสามารถวัดผลได้ตรงตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	1	1	1	1
19. แบบประเมินสามารถวัดผลกิจกรรมการเรียนรู้แบบเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญได้ชัดเจน	1	1	1	1

ตาราง 8 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (IOC)

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	1	1	1	1	21	1	1	1	1
2	1	1	1	1	22	1	0	1	0.67
3	0	1	1	0.67	23	1	1	1	1
4	1	0	1	0.67	24	1	1	0	0.67
5	1	1	1	1	25	1	1	1	1
6	1	1	1	1	26	0	1	1	0.67
7	1	1	1	1	27	1	1	1	1
8	1	1	1	1	28	1	1	1	1
9	1	1	0	0.67	29	1	0	1	0.67
10	1	1	1	1	30	1	1	1	1
11	1	1	1	1	31	1	1	1	1
12	1	1	1	1	32	1	1	1	1
13	1	1	1	1	33	1	1	1	1
14	1	0	1	0.67	34	1	1	0	0.67
15	1	1	1	1	35	1	1	1	1
16	1	1	1	1	36	1	0	1	0.67
17	1	1	1	1	37	1	1	1	1
18	1	1	0	0.67	38	1	1	1	1
19	1	1	1	1	39	0	1	1	0.67
20	1	0	1	0.67	40	1	1	1	1

ตาราง 9 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความยากง่าย (p) และดัชนีอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ค่า ความยากง่าย (p)	ค่า อำนาจจำแนก(r)	ผล การวิเคราะห์	ข้อที่	ค่า ความยากง่าย (p)	ค่า อำนาจจำแนก (r)	ผล การวิเคราะห์
1	0.35	0.1	ปรับปรุง	21	0.4	0.8	ใช้ได้
2	0.3	0.4	ใช้ได้	22	0.4	0.8	ใช้ได้
3	0.25	-0.1	ปรับปรุง	23	0.55	0.5	ใช้ได้
4	0.65	-0.1	ปรับปรุง	24	0.4	0	ใช้ได้
5	0.95	-0.1	ปรับปรุง	25	0.8	0.2	ใช้ได้
6	0.45	0.5	ใช้ได้	26	0.7	0.4	ใช้ได้
7	0.8	0.2	ใช้ได้	27	0.5	0	ใช้ได้
8	0.95	-0.1	ปรับปรุง	28	0.25	0.3	ใช้ได้
9	0.55	-0.1	ปรับปรุง	29	0.55	0.5	ใช้ได้
10	0.8	0.2	ใช้ได้	30	0.75	0.1	ใช้ได้
11	0.2	0.2	ใช้ได้	31	0.65	0.3	ใช้ได้
12	0.95	-0.1	ปรับปรุง	32	0.5	0.4	ใช้ได้
13	0.9	0	ปรับปรุง	33	0.75	0.3	ใช้ได้
14	0.4	0.4	ใช้ได้	34	0.3	0.6	ใช้ได้
15	0.8	-0.4	ปรับปรุง	35	0.6	-0.4	ปรับปรุง
16	0.65	0.5	ใช้ได้	36	0.75	0.1	ใช้ได้
17	0.55	0.3	ใช้ได้	37	0.8	0.2	ใช้ได้
18	0.7	0.4	ใช้ได้	38	0.2	0.4	ใช้ได้
19	0.45	0.9	ใช้ได้	39	0.7	0.4	ใช้ได้
20	0.6	0.6	ใช้ได้	40	0.8	0.2	ใช้ได้

ค่าความยากง่าย (p) ควรอยู่ระหว่าง 0.2 – 0.8 ค่าอำนาจจำแนก (r) ควรอยู่ระหว่าง 0.2 – 1

หมายเหตุ คัดเลือกข้อสอบไว้ 30 ข้อ

ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดย
คำนวณจากสูตร KR-20 ของ คูเดอร์-ริชาร์ดสัน

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right\}$$

$$\begin{aligned}
 \text{เมื่อ } \sum pq &= 5.79 \\
 S_i^2 &= 24.22 \\
 n &= 30 \\
 r_{tt} &= \frac{30}{30-1} \left\{ 1 - \frac{5.79}{24.22} \right\} \\
 r_{tt} &= 1.03 \times (1 - 0.24) \\
 r_{tt} &= 0.78
 \end{aligned}$$

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ $r_{tt} = 0.78$

ตาราง 10 ผลการวิเคราะห์แสดงการวิเคราะห์ ความแปรปรวนของข้อสอบรายข้อ (S_i^2) ความแปรปรวนของข้อสอบทั้งฉบับ (S_t^2) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และความเชื่อมั่น ของแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับ (α)

ข้อที่	N	S_i^2	S.D.	ข้อที่	N	S_i^2	S.D.
1	40	0.33	0.57	21	40	0.05	0.22
2	40	0.24	0.49	22	40	0.06	0.24
3	40	0.12	0.34	23	40	0.21	0.48
4	40	0.31	0.55	24	40	0.23	0.47
5	40	0.05	0.22	25	40	0.33	0.57
6	40	0.05	0.22	26	40	0.24	0.47
7	40	0.21	0.45	27	40	0.12	0.34
8	40	0.08	0.28	28	40	0.07	0.26
9	40	0.06	0.24	29	40	0.15	0.38
10	40	0.14	0.37	30	40	0.18	0.42
11	40	0.41	0.64	31	40	0.22	0.46
12	40	0.22	0.46	32	40	0.13	0.36
13	40	0.32	0.56	33	40	0.15	0.38
14	40	0.04	0.02	34	40	0.24	0.48
15	40	0.25	0.5	35	40	0.33	0.57
16	40	0.13	0.36	36	40	0.23	0.47
17	40	0.17	0.41	37	40	0.12	0.34
18	40	0.08	0.28	38	40	0.22	0.48
19	40	0.21	0.45	39	40	0.05	0.22
20	40	0.35	0.59	40	40	0.08	0.28

การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามโดยใช้สูตร

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ	α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	N	แทน	จำนวนข้อในแบบประเมิน
	S_i^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ
	S_t^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือทั้งฉบับ

$$\text{เมื่อ } \sum S_i^2 = 1.68$$

$$S_t^2 = 5.42$$

$$N = 40$$

$$\alpha = \frac{40}{40-1} \left\{ 1 - \frac{1.68}{5.42} \right\}$$

$$= 1.03 \times (1 - 0.30)$$

$$= 0.72$$

ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม $\alpha = 0.72$

ภาคผนวก ค

- **คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง ก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน**
- **คะแนนแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง ก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน**

ตาราง 11 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง ก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอน โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	D^2	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	D^2
N	X_1	X_2	D		N	X_1	X_2	D	
1	6	15	9	81	22	15	25	10	100
2	10	26	16	256	23	13	21	8	64
3	10	16	6	36	24	10	19	9	81
4	10	17	7	49	25	11	25	14	196
5	8	15	7	49	26	19	23	4	16
6	7	15	8	64	27	19	25	6	36
7	13	17	4	16	28	11	18	7	49
8	9	19	10	100	29	9	18	9	81
9	12	21	9	81	30	8	19	11	121
10	8	15	7	49	31	11	21	10	100
11	12	18	6	36	32	12	16	4	16
12	10	28	18	324	33	9	17	8	64
13	6	15	9	81	34	10	17	7	49
14	7	17	10	100	35	17	18	1	1
15	12	28	16	256	36	9	16	7	49
16	14	28	14	196	37	8	17	9	81
17	21	26	5	25	38	12	18	6	36
18	6	17	11	121	39	9	15	6	36
19	13	19	6	36	40	18	23	5	25
20	10	20	10	100	41	13	19	6	36
21	9	27	18	324	42	7	17	10	100
					\bar{X}	11.02	19.67		
					$\sum D$			363	
					$\sum D^2$				3717

การคำนวณค่า t-test Dependent

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

$$t = \frac{363}{\sqrt{\frac{42(3717) - (363)^2}{41}}}$$

$$t = \frac{363}{24.36}$$

$$t = 14.9$$

ตาราง 12 คะแนนแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิต
มหาวิทยาลัยรามคำแหง ก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบ
การจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐาน

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	D^2	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	D^2
N	X_1	X_2	D		N	X_1	X_2	D	
1	112	126	14	196	22	114	128	14	196
2	130	141	11	121	23	131	149	18	324
3	113	129	16	256	24	127	138	11	121
4	123	134	11	121	25	128	138	10	100
5	131	145	14	196	26	119	137	18	324
6	136	143	7	49	27	120	131	11	121
7	117	129	12	144	28	131	143	12	144
8	129	143	14	196	29	127	141	14	196
9	119	123	4	16	30	114	121	7	49
10	121	139	18	324	31	121	135	14	196
11	124	140	16	256	32	121	134	13	169
12	128	136	8	64	33	115	126	11	121
13	133	143	10	100	34	138	150	12	144
14	127	134	7	49	35	124	137	13	169
15	128	150	22	484	36	118	126	8	64
16	115	140	25	625	37	122	134	12	144
17	122	133	11	121	38	124	130	6	36
18	127	127	0	0	39	127	135	8	64
19	121	130	9	81	40	109	123	14	196
20	121	130	9	81	41	127	143	16	256
21	128	151	23	529	42	109	123	14	196
					\bar{X}	123.12	135.43		
					$\sum D$			517	
					$\sum D^2$				7339

การคำนวณค่า t-test Dependent

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

$$t = \frac{517}{\sqrt{\frac{42(7339) - (517)^2}{41}}}$$

$$t = \frac{517}{31.6}$$

$$t = 16.36$$

ภาคผนวก ง

- แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นพื้นฐานเรื่อง ระบบนิเวศ
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องระบบนิเวศ
- แบบวัดจิตวิทยาาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศ

แผนการจัดการเรียนรู้ (แผนหลัก)

วิชา วิทยาศาสตร์พื้นฐาน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

หน่วยที่ 3 เรื่อง ระบบนิเวศ

เวลา 14 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ หน่วยที่ 3 เรื่อง ระบบนิเวศ แบ่งเป็นแผนย่อย ดังนี้

แผนย่อยที่ 1	เรื่อง องค์ประกอบของระบบนิเวศ	เวลา 8 ชั่วโมง
แผนย่อยที่ 2	เรื่อง การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ	เวลา 2 ชั่วโมง
แผนย่อยที่ 3	เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ	เวลา 2 ชั่วโมง
แผนย่อยที่ 4	เรื่อง การหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ	เวลา 2 ชั่วโมง

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. สืบค้นอธิบายและเขียนภาพแสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบภายในระบบนิเวศในท้องถิ่นและการถ่ายทอดพลังงาน
2. ทดลองและสรุปเกี่ยวกับระบบนิเวศจำลองได้
3. สืบค้นข้อมูลและอธิบายวัฏจักรของคาร์บอน ไนโตรเจนและน้ำที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ภายในระบบนิเวศ

มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 : เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิตความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ว 2.1 วิเคราะห์ อภิปรายและอธิบายกระบวนการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิต ความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ ความหลากหลายของระบบนิเวศ และคุณภาพของระบบนิเวศ

แผนการจัดการเรียนรู้

วิชา วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ระบบนิเวศ

หน่วยย่อย 1 องค์ประกอบของระบบนิเวศ

เวลา 8 ชั่วโมง

สาระสำคัญ

สิ่งแวดล้อม คือ สิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบตัวมนุษย์ ประกอบด้วยสิ่งมีชีวิต ซึ่งเป็นสิ่งแวดล้อมทางชีวภาพและสิ่งไม่มีชีวิต ซึ่งเป็นสิ่งแวดล้อมทางกายภาพเป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างและไม่ได้สร้างสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกันบนโลกนี้ อาจมีสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันหรือชนิดเดียวกันอาศัยอยู่ในบริเวณต่างๆ กัน การที่สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์อาศัยอยู่ในบริเวณเดียวกัน เรียกว่า กลุ่มสิ่งมีชีวิต โดยที่บริเวณที่สิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ได้ เรียกว่า แหล่งที่อยู่อาศัย ถ้ากลุ่มสิ่งมีชีวิตอาศัยในแหล่งที่อยู่เดียวกันอย่างเป็นระบบ มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และมีความสัมพันธ์กับแหล่งที่อยู่นั้นด้วย เราเรียกว่า ระบบนิเวศ ซึ่งมีอยู่หลายแบบ ได้แก่ ระบบนิเวศแหล่งน้ำ และระบบนิเวศบนบก

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

สำรวจ อธิบาย อภิปราย และเขียนภาพแสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบภายในระบบนิเวศในท้องถิ่นและการถ่ายทอดพลังงาน

เนื้อหา

1. ระบบนิเวศในท้องถิ่น
2. ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบภายในระบบนิเวศ
3. บทบาทของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

กิจกรรมการเรียนรู้

1. การสร้างความสนใจ (Engagement) (เวลา 1 ชั่วโมง)

- 1.1 ครูติดแถบคำถามที่แผ่นป้ายหน้าชั้นเรียน ซึ่งมีข้อความ ดังนี้

“นักเรียนทราบได้อย่างไรว่า สิ่งแวดล้อมแต่ละบริเวณมีความแตกต่างกัน และสิ่งแวดล้อมบริเวณนั้นๆ ประกอบด้วยสิ่งมีชีวิต และสิ่งไม่มีชีวิตอะไรบ้าง” โดยให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถามดังกล่าว

- 1.2 ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยและพยายามหาคำตอบด้วยกระบวนการ

ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้คำถาม ดังนี้

- 1.2.1 สิ่งแวดล้อมบริเวณภูเขามีสัญลักษณ์อย่างไร

- 1.2.2 มีสิ่งมีชีวิตชนิดใดบ้าง

- 1.2.3 สิ่งแวดล้อมบริเวณทะเลมีลักษณะอย่างไร
- 1.2.4 มีสิ่งมีชีวิตชนิดใดบ้าง
- 1.2.5 สิ่งมีชีวิตมีความสัมพันธ์กับแหล่งที่อยู่ที่เป็นภูเขาอย่างไร
- 1.2.6 สิ่งมีชีวิตมีความสัมพันธ์กับแหล่งที่อยู่ที่เป็นทะเลอย่างไร

2. การสำรวจและค้นหา (Exploration) (เวลา 2 ชั่วโมง)

2.1 แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละประมาณ 3 – 5 คน ศึกษากิจกรรม เรื่อง ศึกษาระบบนิเวศในท้องถิ่นจากใบงาน

2.1 ก่อนการปฏิบัติกิจกรรม ครูแนะนำให้สมาชิกในแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่กันทำงาน โดยอาจจะแบ่งบริเวณที่สำรวจคนละพื้นที่ เช่น สวนพฤกษศาสตร์ สวนหย่อมภายในโรงเรียน สวนสัตว์ หรือบริเวณใกล้เคียงกับโรงเรียน เป็นต้น

2.2 ให้แต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรม ตามวิธีการสำรวจในใบงาน เก็บรวบรวมข้อมูล บันทึกผลการสำรวจลงในใบงาน เมื่อปฏิบัติกิจกรรมเสร็จแล้วช่วยกันเขียนรายงานการสำรวจ/สืบค้นข้อมูล

3. การอธิบาย (Explanation) (เวลา 1 ชั่วโมง)

นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหามาวิเคราะห์ แปลผล สรุปและอภิปราย พร้อมทั้งนำเสนอผลงานในรูปแบบต่างๆ

4. การขยายความรู้ (Elaboration) (เวลา 2 ชั่วโมง)

4.1 ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มๆ ละ 4 – 5 คน อ่านวิธีทำ กิจกรรมที่ 5.4 เรื่อง ระบบนิเวศสวนขวดในชุดกิจกรรมให้เข้าใจโดยใช้เวลาประมาณ 5 นาที

4.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับผลการทำ กิจกรรม โดยครูถามคำถามก่อนทำกิจกรรม ดังนี้

4.2.1 ปัญหาของการทดลองนี้ คืออะไร

4.2.2 สมมติฐานของกิจกรรมนี้ คืออะไร

จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามลงในชุดกิจกรรม

4.3 ครูชี้แจงและแนะนำในการทำ กิจกรรม รวมทั้งข้อควรระวังในการใช้อุปกรณ์ ให้นักเรียนทำกิจกรรม เรื่อง ระบบนิเวศสวนขวด แล้วบันทึกผลจากการทำกิจกรรมลงในชุดกิจกรรม ขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมให้ครูประเมินผลการเรียนรู้โดยพิจารณาจากเกณฑ์การประเมินตามสภาพจริง

5. การประเมินผล (Evaluation) (เวลา 2 ชั่วโมง)

5.1 ให้ผู้แทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำ เสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน โดยใช้เวลาประมาณ 5 นาที

5.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับผลที่ได้จากการทำกิจกรรม โดยครูตั้งคำถามหลังทำ กิจกรรม ดังนี้

5.2.1 สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมที่จัดให้สามารถมีชีวิตอยู่ได้นานหรือไม่

5.2.2 สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศมีการปรับตัวหรือไม่ อย่างไร

5.2.3 นักเรียนคิดว่าระบบนิเวศที่จัดมีความสมดุลหรือไม่ อย่างไร

5.2.4 ระบบนิเวศในภาวะสมดุลหมายถึงอะไร

นักเรียนคิดว่า เมื่อสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิตในระบบนิเวศมีการเปลี่ยนแปลง มีเหตุการณ์ธรรมชาติ เช่น ฝนตกหนักมากหรือเป็นบริเวณที่เคยแห้งแล้งมาก่อน ระบบนิเวศนั้นมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

จากคำถามข้างต้น ถ้ามีการเปลี่ยนแปลง คือ มีสิ่งมีชีวิตใหม่เกิดขึ้น นักเรียนคิดว่า การเปลี่ยนแปลงนี้จะเกิดผลดีหรือผลเสียต่อระบบนิเวศอย่างไร

สมมุติว่า เกิดไฟไหม้ป่า ซึ่งอุดมด้วยพันธุ์ไม้นานาชนิดตลอดจนสัตว์ป่าต่างๆ ตั้งแต่ขนาดใหญ่จนถึงขนาดเล็ก สัตว์หนีได้บ้าง ล้มตายบ้าง หลังจากนั้นไม่นานเกิดฝนตกอย่างหนักเป็นเวลานาน ให้นักเรียนคาดคะเนว่า ในเวลาต่อมาบริเวณที่แห้งนั้น เป็นอย่างไรบ้าง และมีโอกาสจะกลับมาเหมือนเดิมได้อีกหรือไม่ อย่างไร

นักเรียนคิดว่า ระบบนิเวศในธรรมชาติมีการเปลี่ยนแปลงแบบค่อยเป็นค่อยไปอย่างช้าๆ หรือเปลี่ยนแปลงแบบกะทันหัน

5.3 จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามลงในชุดกิจกรรมให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเพื่อสรุปความรู้ เรื่อง ระบบนิเวศ

5.3.1 ให้นักเรียนเขียนบันทึกหลังการเรียนในประเด็น ดังนี้

5.3.1.1 ประทับใจในการเรียนรู้เรื่องนี้หรือไม่ อย่างไร

5.3.1.2 ต้องการทราบอะไรเพิ่มเติมอีกบ้าง

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. สื่อ/วัสดุ/เอกสาร
 - 1.1 ใบความรู้
 - 1.2 ใบงาน
 - 1.3 สื่อ สิ่งพิมพ์ต่างๆ
 - 1.4 อุปกรณ์การทดลอง
2. แหล่งเรียนรู้ประเภทสถานที่
 - 2.1 ห้องสมุดออนไลน์ เป็นห้องสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต
 - 2.2 ห้องสมุดโรงเรียน เป็นแหล่งเรียนรู้ที่สามารถสืบค้นข้อมูลจากเอกสาร สิ่งพิมพ์ต่างๆ
 - 2.3 ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
3. แหล่งเรียนรู้ออนไลน์
 - 3.1 เว็บไซต์เกี่ยวกับระบบนิเวศ
 - 3.2 เว็บไซต์เกี่ยวกับความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมของระบบนิเวศ ตาม

ธรรมชาติ



กิจกรรมระบบนิเวศสวนขวด



แนวคิด

การศึกษาเกี่ยวกับระบบนิเวศตามธรรมชาติ ได้แก่ ความหมายของระบบนิเวศ ปัจจัยทางกายภาพและชีวภาพในระบบนิเวศของสวนขวด ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน และความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมของระบบนิเวศตามธรรมชาติ ด้วยการบูรณาการวิธีการสอนแบบเน้นกระบวนการเรียน ซึ่งกระบวนการเรียนนี้เป็นกระบวนการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง มุ่งหวังให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดประเมินค่ามีจิตสำนึกต่อธรรมชาติและส่งเสริมความร่วมมือในการเรียนรู้ระหว่างผู้เรียน

ปัจจุบันประชากรในโลก มีจำนวนเพิ่มมากขึ้นทุกวัน เราต้องการของอุปโภคบริโภค เพื่อการดำรงชีวิตมีมากขึ้น และสิ่งที่เหลือจากการอุปโภคบริโภคเหล่านี้ก็คือ “ขยะ” ที่มีปริมาณมากขึ้นทุกวัน ทำให้เกิดปัญหาด้านการจัดเก็บ การทำลาย แต่พวกเราสามารถนำสิ่งของเหลือใช้มารีไซเคิล (Reuse) ได้ เป็นการช่วยบรรเทาปัญหาสำคัญของสภาวะสิ่งแวดล้อม และช่วยลดปริมาณขยะให้กับโลกได้อีกทางหนึ่ง

การรีไซเคิล (Reuse) เป็นกระบวนการนำสิ่งของที่เหลือใช้ต่างๆ กลับมาใช้ใหม่ “ขวดพลาสติก” ที่ได้จากขวดน้ำดื่ม สามารถนำมาดัดแปลงเป็นภาชนะปลูกต้นไม้ ไม่ต้องซื้อกระถางต้นไม้เป็นการประหยัดเงินได้อีกทางหนึ่ง

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. นักเรียนสามารถรู้และเข้าใจเกี่ยวกับระบบนิเวศตามธรรมชาติ
2. นักเรียนสามารถวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินค่า ระบบนิเวศตามธรรมชาติ ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมของระบบนิเวศตามธรรมชาติในภูมิภาคต่างๆ ของโลก
3. มีความสนใจใฝ่รู้ ร่วมมือในการเรียน มีจิตสำนึกต่อสิ่งแวดล้อม ตระหนักถึงความสำคัญ of ปัจจัยทางกายภาพในระบบนิเวศที่มีต่อสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ รวมถึงการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ

สมมุติฐาน

.....

.....

.....

.....



ตัวแปรที่ศึกษา

.....

.....

.....

อุปกรณ์

1. ขวดพลาสติกที่ไม่ใช้แล้ว
2. ปากกาเมจิมิตคัตเตอร์
3. เชือกหรือลวดสำหรับทำที่แขวน
4. พันธุ์ไม้ที่ชื่นชอบ (ควรมีขนาดที่เหมาะสมภาชนะที่ใช้)
5. ปุ๋ยและดินสำหรับปลูก



วิธีปฏิบัติ

1. วาดแบบลงบนขวดพลาสติก โดยพยายามเว้นส่วนฐานให้มากกว่าส่วนบน เพื่อจะใส่ปุ๋ยได้เพียงพอ
2. ใช้มีดคัตเตอร์กรีดตามเส้นที่ลากไว้ตัดแต่งให้สวยงาม
3. เจาะรูเล็กๆ ที่บริเวณฐาน เพื่อใช้ระบายน้ำ และอากาศให้แก่ต้นไม้
4. ในกรณีที่ต้องการแขวน ให้ทำการเจาะรู และร้อยเชือกหรือลวดให้เกิดความสมดุล
5. ใส่ปุ๋ยที่ผสมเรียบร้อยแล้วลงไปรองพื้นเล็กน้อย จากนั้น จึงตามด้วยต้นไม้ และปุ๋ยลงโดยรอบ โดยพยายามอย่ากดดินแน่นจนเกินไปนัก
6. รดน้ำให้พอชุ่ม นำไปวางในตำแหน่งที่เหมาะสม
7. มั่นรดเป็นประจำทุกวัน รวมทั้งตัดแต่ง ริมใบที่แห้งเหี่ยวอยู่เสมอ

คำแนะนำ

1. การเลือกใช้เป็นขวดพลาสติก หรือขวดแก้วที่มีปากกว้างหน่อย ก็จะสะดวกต่อการนำต้นไม้เข้าไปปลูก
2. พันธุ์ไม้ที่เลือกใช้ควรเป็นประเภทที่มีขนาดเล็กเมื่อมีการเจริญเติบโตเต็มที่ และสามารถเจริญงอกงามได้ดีในสภาวะที่อยู่ในที่แคบ
3. พันธุ์ไม้ที่นิยมนำมาจัดสวนในขวดทั่วไป เช่น ว่านเงินทองไหลมา ต้นพลูด่าง ต้นหางจรเข้ เศรษฐีเรือนในและเศรษฐีเรือนนอก เป็นต้น
4. การเตรียมดินนั้น ควรมีส่วนผสมที่พอเหมาะ และที่สำคัญควรผ่านการฆ่าเชื้อโรคมาเรียบร้อยแล้ว โดยสามารถหาซื้อได้ตามร้านขายพันธุ์ไม้หรือวัสดุสำหรับจัดสวนทั่วไป

สรุปผลกิจกรรม

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ผู้ร่วมปฏิบัติกิจกรรม

1.
หน้าที่ได้รับผิดชอบ

.....
.....

2.
หน้าที่ได้รับผิดชอบ

.....
.....

3.
หน้าที่ได้รับผิดชอบ

.....
.....

รายการค่าใช้จ่าย

.....
.....
.....
.....



ใบความรู้

ระบบนิเวศ Ecosystem

ระบบนิเวศ (Ecosystem) หมายถึง ระบบความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งอาจจะเป็นสิ่งมีชีวิตด้วยกันหรืออาจเป็นสภาพแวดล้อมของแหล่งที่อยู่อาศัยก็ได้ จึงอาจสรุปได้ว่า

1. วิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับระบบนิเวศ เรียกว่า (Ecology)
2. ระบบนิเวศที่ใหญ่ที่สุดในโลก คือ โลกของสิ่งมีชีวิต (Biosphere)

ระบบนิเวศ มี 2 ประเภท คือ

1. ระบบนิเวศบนบก (Terrestrial Ecosystems) หมายถึง ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตบนบก เช่น ป่าดิบ ทุ่งหญ้า ทะเลทราย ภูเขา เป็นต้น

2. ระบบนิเวศในน้ำ (Aquatic Ecosystems) หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่ม สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำ และระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมในน้ำ ได้แก่

2.1 ระบบนิเวศน้ำเค็ม เช่น ทะเล มหาสมุทร แนวปะการัง เป็นต้น

2.2 ระบบนิเวศน้ำจืด เช่น แม่น้ำ ลำคลอง ห้วย บึง เป็นต้น

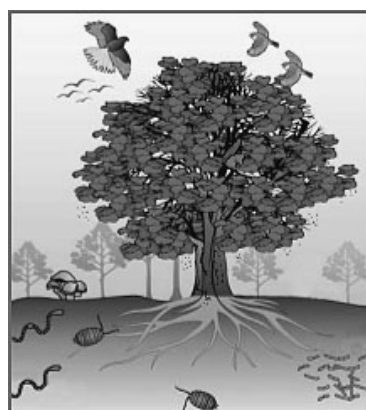
กลุ่มสิ่งมีชีวิต (Community) หมายถึง สิ่งมีชีวิตตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปอาศัยอยู่รวมกันในแหล่งที่อยู่ใดๆ เช่น กุ้ง หอย ปู ปลา สาหร่าย อาศัยอยู่ในสระน้ำ เป็นต้น แต่ถ้ามีสิ่งมีชีวิตเพียงชนิดเดียวอาศัยอยู่รวมกันในบริเวณใดๆ ในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง จะเรียกว่า **ประชากร (Population)** เช่น ประชากรลิงแสมในป่าชายเลน จังหวัดระนอง เมื่อปี พ.ศ. 2544 มีถึง 2000 ตัว เป็นต้น



แหล่งที่อยู่ (Habitat) หมายถึง บริเวณที่สิ่งมีชีวิตใช้เป็นที่อยู่อาศัย เป็นแหล่งหาอาหาร แหล่งผสมพันธุ์และเลี้ยงตัวอ่อน แหล่งหลบภัยหรือศัตรูธรรมชาติ เป็นต้น



ภาพที่ 1



ภาพที่ 2

จากภาพที่ 1 เป็นระบบนิเวศ
ประกอบด้วยแหล่งที่อยู่

จากภาพที่ 2 เป็นระบบนิเวศ
ประกอบด้วยแหล่งที่อยู่

ปัจจัยทางกายภาพ (Physical Factor) หมายถึง สภาพแวดล้อม ซึ่งไม่มีชีวิต แต่มีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ปัจจัยใดที่ขาดไปแล้ว ทำให้สิ่งมีชีวิตเหล่านั้นดำรงชีวิตอยู่ไม่ได้ เรียกว่า (Limiting factor) เช่น

1. อุณหภูมิมีอิทธิพลต่อ
 - 1.1 กระบวนการทางสรีรวิทยาของพืชและสัตว์เลือดเย็น
 - 1.2 การอพยพย้ายถิ่นของสัตว์เลือดอุ่น
 - 1.3 การแพร่กระจายของพืชและสัตว์ต่างๆ
2. แสงสว่าง มีอิทธิพลต่อ
 - 2.1 อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
 - 2.2 การหุบบานของดอกไม้ การออกดอกและติดผลของพืช
 - 2.3 พฤติกรรมการหาอาหารของสัตว์
3. น้ำมีอิทธิพลต่อ
 - 3.1 การแพร่กระจายของพืชและสัตว์
 - 3.2 การดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด ฯลฯ



จากภาพ ประกอบด้วยปัจจัยทางกายภาพอะไรบ้าง

.....

ปัจจัยทางชีวภาพ (Biological Factor) หมายถึง สภาพแวดล้อมที่มีชีวิต ซึ่งก็คือ กลุ่มสิ่งมีชีวิตนั่นเองสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศมีบทบาทแตกต่างกัน จำแนกออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

1. ผู้ผลิต (Producer) หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่สร้างอาหารได้เองตามธรรมชาติ (Autotrophic Organism) โดยการสังเคราะห์ด้วยแสง มีบทบาทสำคัญในการผลิตอาหารในระบบนิเวศ ได้แก่ แพลงก์ตอนพืช (Phytoplankton) สาหร่ายสีเขียว (Green Algae) และพืชทุกชนิด เป็นต้น พืชบางชนิดสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้และมีอวัยวะจับแมลงเป็นอาหาร จึงมีทั้ง ลักษณะของผู้ผลิตและผู้บริโภค เรียกว่า มิกโซโทรฟ (Mixotroph) เช่น หม้อข้าวหม้อแกงลิง กาบหอยแครง หยาดน้ำค้าง เป็นต้น



แบคทีเรียบางชนิดสร้างอาหารได้โดยการสังเคราะห์แสงทางเคมี (Chemosynthesis)

2. ผู้บริโภค (Consumer) หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่สร้างอาหารเองไม่ได้ (Heterotrophic organism) แบ่งเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

2.1 ผู้บริโภคพืช (Herbivore) หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่กินพืชเป็นอาหาร จัดเป็นผู้บริโภคลำดับที่ 1 หรือผู้บริโภคปฐมภูมิ (Primary Consumer) เพราะได้รับการถ่ายทอดพลังงานจากพืชโดยตรง เช่น วัว ควาย กระท้าย หนอน ตั๊กแตน ฯลฯ



2.2 ผู้บริโภคสัตว์ (Carnivore) หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่กินสัตว์เป็นอาหาร เช่น เสือ สิงโต จระเข้ งู ฯลฯ



2.3 ผู้บริโภคทั้งพืชและสัตว์ (Omnivore) หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่กินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหาร เช่น มนุษย์ ไก่ เป็ด ฯลฯ

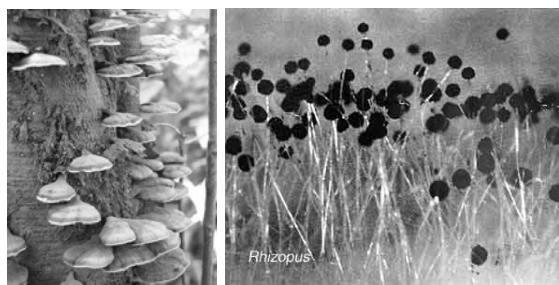


2.4 ผู้บริโภคซากพืชซากสัตว์ (Scavenger) หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่กินซากพืชซากสัตว์ที่เน่าเปื่อย ผุพังเป็นอาหาร เช่น นกแร้ง ไล้เดือนดิน กิ้งกือ ปลวก เป็นต้น



3. ผู้ย่อยสลายอินทรีย์สาร (Decomposer) หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่สร้างอาหารเองไม่ได้ ดำรงชีวิตโดยการหลั่งเอนไซม์ออกมาย่อยสลายซากพืชซากสัตว์กลายเป็นอินทรีย์สาร โมเลกุลเล็กๆ แล้วดูดซึมเข้าสู่เซลล์เพื่อใช้ประโยชน์ต่อไป เช่น เห็ด รา แบคทีเรีย เป็นต้น

3.1 หากไม่มีผู้ย่อยสลายอินทรีย์สาร ซากพืชซากสัตว์จะไม่เน่าเปื่อยและกองทับถมกัน การย่อยสลายอินทรีย์สารเป็นตัวกลางเชื่อมโยงการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ และได้รับการถ่ายทอดพลังงานเป็นลำดับสุดท้าย



การถ่ายทอดพลังงาน

1. ห่วงโซ่อาหาร (Food Chain)

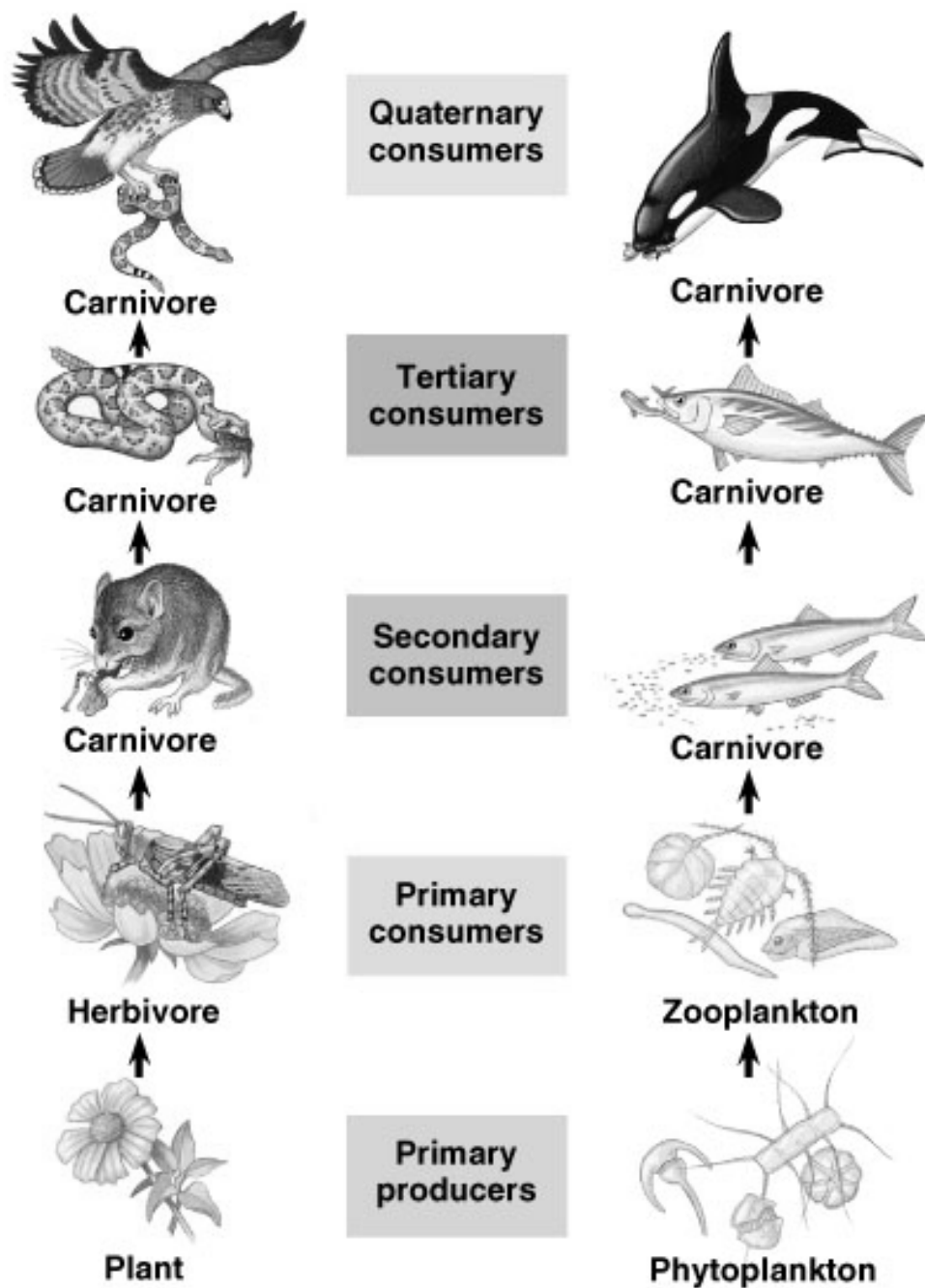
พืชและสัตว์จำเป็นต้องได้รับพลังงาน เพื่อใช้ในการดำรงชีวิต โดยพืชจะได้รับพลังงานจากแสงของดวงอาทิตย์ โดยใช้รงควัตถุสีเขียวที่เรียกว่า คลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) เป็นตัวดูดกลืนพลังงานแสงเพื่อนำมาใช้ ในการสร้างอาหาร เช่น กลูโคส แป้ง ไขมัน โปรตีน เป็นต้น

พืชจึงเป็นผู้ผลิต (Producer) และเป็นสิ่งมีชีวิตอันดับแรกในการถ่ายทอดพลังงานแบบห่วงโซ่อาหาร สำหรับสัตว์เป็นสิ่งมีชีวิต ที่ไม่สามารถสร้าง อาหารเองได้ จำเป็นต้องได้รับพลังงานจากการบริโภค สิ่งมีชีวิตอื่นเป็นอาหาร สัตว์จึงถือว่าเป็น ผู้บริโภค (Consumer) ซึ่งแบ่งออกได้เป็น

1. ผู้บริโภคลำดับที่หนึ่ง (Primary Consumer) หมายถึง สัตว์ที่กินผู้ผลิต
2. ผู้บริโภคลำดับที่สอง (Secondary Consumer) หมายถึง สัตว์ที่กินผู้บริโภค

ลำดับที่หนึ่ง

3. ผู้บริโภคลำดับสูงสุด (Top Consumer) หมายถึง สัตว์ที่อยู่ปลายสุดของห่วงโซ่อาหาร ซึ่งไม่มีสิ่งมีชีวิตใด มากินต่อ อาจเรียกว่า ผู้บริโภคลำดับสุดท้าย



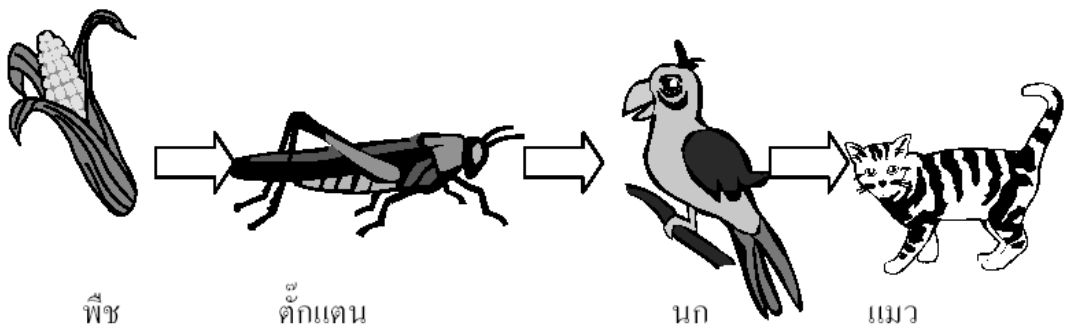
A terrestrial food chain

A marine food chain

Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

จากแผนภาพ

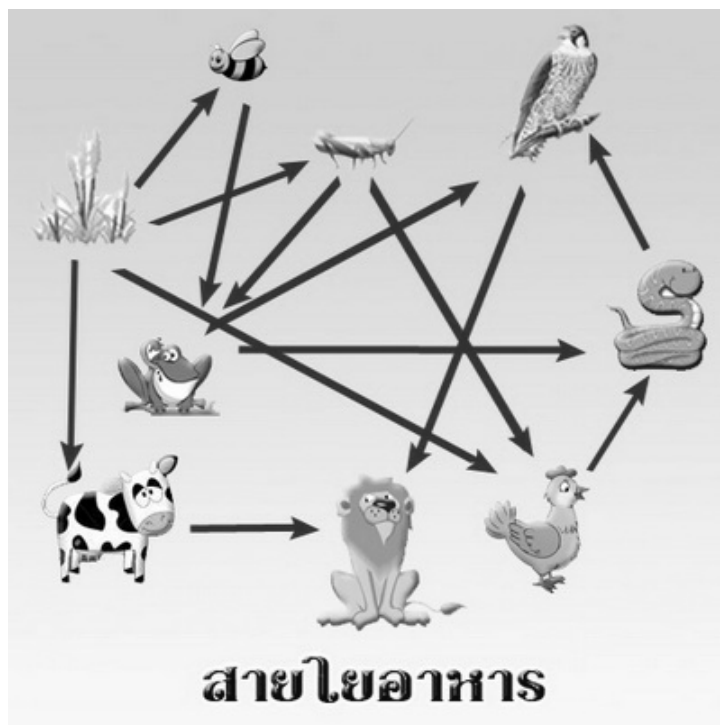
- ผู้ผลิตคือ
- ผู้บริโภคลำดับที่หนึ่ง
- ผู้บริโภคลำดับที่สอง
- ผู้บริโภคลำดับที่สาม
- ผู้บริโภคลำดับสูงสุด



พืชจัดเป็น ตั๊กแตนจัดเป็น
 นกจัดเป็น แมวจัดเป็น

2. สายใยอาหาร (Food Web)

สายใยอาหาร หมายถึง ห่วงโซ่อาหารหลายๆ ห่วงโซ่ ที่มีความคาบเกี่ยวหรือสัมพันธ์กัน นั่นคือ ในธรรมชาติการกินต่อกันเป็นทอดๆ ในโซ่อาหาร จะมีความซับซ้อนกันมากขึ้น คือ มีการกินกันอย่างไม่เป็นระเบียบ



จากแผนภาพประกอบด้วยห่วงโซ่อาหารกี่ห่วงโซ่ อะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

แผนการจัดการเรียนรู้

วิชา วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ระบบนิเวศ

หน่วยย่อย 2 เรื่อง การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ

เวลา 2 ชั่วโมง

สาระสำคัญ

การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศเป็นการเคลื่อนย้ายพลังงาน และธาตุอาหารในระบบนิเวศผ่านผู้ผลิต ผู้บริโภคในระดับต่างๆ โดยการกินกันเป็นทอดๆ ในลักษณะเป็นเส้นตรง กล่าวคือ สิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งกินสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นเพียงชนิดเดียวเท่านั้น คือโซ่อาหาร ในระบบของโซ่อาหารในระบบของการถ่ายทอดจะถ่ายทอดโดยตรง จากชีวิตหนึ่งไปสู่อีกชีวิตหนึ่ง เนื่องจากสิ่งมีชีวิตหนึ่งอาจกินอาหารหลายชนิดหลายระดับและเหยื่อชนิดเดียวกันก็อาจถูกสิ่งมีชีวิตหลายชนิดกิน ลักษณะดังกล่าวได้เกิดความซับซ้อนกันในระบบของโซ่อาหาร ซึ่งเรียกว่า สายใยอาหาร

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. อธิบายหลักการเขียนโซ่อาหารได้ และเขียนโซ่อาหารได้
2. อธิบายวิธีการเขียนสายใยอาหารได้
3. เขียนสายใยอาหารจากสถานการณ์ที่กำหนดได้
4. ระบุได้ว่า สิ่งมีชีวิตใดเป็นผู้ผลิต และผู้บริโภคในโซ่อาหาร และสายใยอาหารได้

เนื้อหา

สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศมีบทบาทแตกต่างกัน จำแนกออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

1. ผู้ผลิต (Producer) หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่สร้างอาหารได้เองตามธรรมชาติ (Autotrophic Organism) โดยการสังเคราะห์ด้วยแสง มีบทบาทสำคัญในการผลิตอาหารในระบบนิเวศ

2. ผู้บริโภค (Consumer) หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่สร้างอาหารเองไม่ได้ (Heterotrophic organism) แบ่งเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

2.1 ผู้บริโภคพืช (Herbivore) หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่กินพืชเป็นอาหาร จัดเป็นผู้บริโภคลำดับที่ 1 หรือผู้บริโภคปฐมภูมิ (Primary Consumer)

2.2 ผู้บริโภคสัตว์ (Carnivore) หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่กินสัตว์เป็นอาหาร

2.3 ผู้บริโภคทั้งพืชและสัตว์ (Omnivore) หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่กินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหาร

2.4 ผู้บริโภคซากพืชซากสัตว์ (Scavenger) หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่กินซากพืชซากสัตว์ที่เน่าเปื่อยผุพังเป็นอาหาร

3. ผู้ย่อยสลายอินทรีย์สาร (Decomposer) หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่สร้างอาหารเองไม่ได้ ดำรงชีวิตโดยการหลั่งเอนไซม์ออกมาย่อยสลายซากพืชซากสัตว์กลายเป็นอินทรีย์สาร

3.1 โข่อาหาร คือ การกินเป็นทอดๆ หรือการถ่ายทอดพลังงาน

3.2 สายใยอาหาร คือ ความสัมพันธ์ ระหว่างโซ่อาหารหลายห่วงโซ่

กิจกรรมการเรียนรู้

การสร้างความสนใจ (Engagement)

1. ครูทบทวนสมบัติของสิ่งมีชีวิตและปัจจัยที่ทำให้ร่างกายเจริญเติบโต โดยให้นักเรียน ร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าว และครูใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียน ดังนี้

1.1 สิ่งมีชีวิตจำเป็นต้องการหายใจหรือไม่ เพราะอะไร

1.2 สิ่งมีชีวิตจำเป็นต้องการเคลื่อนไหวหรือไม่ เพราะอะไร

1.3 สิ่งมีชีวิตจำเป็นต้องการสืบพันธุ์หรือไม่ เพราะอะไร

1.4 สมบัติของสิ่งมีชีวิตมีอะไรบ้าง

1.5 ร่างกายจะเจริญเติบโตต้องอาศัยปัจจัยใดบ้าง

1.6 ร่างกายของนักเรียนยังเจริญเติบโตอีกหรือไม่

1.7 นักเรียนจะทำอย่างไรเพื่อให้ร่างกายได้เจริญเติบโตอย่างเต็มที่

2. ครูนำ นักเรียนตั้งประเด็นปัญหา คือ สัตว์แต่ละชนิดกินอาหารอะไรบ้าง และเป็นอาหารที่ได้จากพืชหรือสัตว์ สามารถแบ่งประเภทสัตว์ได้เป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง

การสำรวจและค้นหา (Exploration)

1. ครูนำ สนทนาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตกินกันเป็นทอดๆ โดยยกตัวอย่างการกินอาหารเป็นทอดๆ ซึ่งเรียกว่า โข่อาหาร แล้วครูนำ ให้นักเรียนเกิดประเด็นปัญหา ดังนี้

1.1 สิ่งมีชีวิตที่สัมพันธ์กันนำมาเขียนการกินเป็นทอดๆ เป็นโซ่อาหารได้อย่างไร

2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำใบงานเรื่อง โข่อาหาร

3. ก่อนทำกิจกรรมครูนำอภิปรายโดยใช้คำถาม ดังนี้

3.1 วัตถุประสงค์ของการทำ กิจกรรมคืออะไร

3.2 นักเรียนคิดว่าโซ่อาหารประกอบด้วยสิ่งใดบ้าง

4. ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมแล้วบันทึกผล

5. ให้ผู้แทนกลุ่มนำ ผลงานของกลุ่มตนเองมาเสนอแลกเปลี่ยนกัน

การอธิบาย (Explanation)

1. ให้ผู้แทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาหน้า เสนอผลการทำ กิจกรรมหน้าชั้นเรียนโดยใช้เวลาประมาณกลุ่มละ 3 นาที
2. ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับผลจากการทำกิจกรรม จากนั้นครูถามคำถาม หลังทำกิจกรรม ดังนี้
 - 2.1 นักเรียนมีหลักการเขียนโซ่อาหารดังกล่าวอย่างไร
 - 2.2 ในธรรมชาติทั่วไปเราจะพบโซ่อาหารดังกล่าวหรือไม่ อย่างไร
 - 2.3 จากภาพโซ่อาหาร สิ่งมีชีวิตใดเป็นผู้ผลิต สิ่งมีชีวิตใดเป็นผู้บริโภค
 - 2.4 จากแผนภาพผู้ผลิตและผู้บริโภคในโซ่อาหาร นักเรียนบอกได้หรือไม่ว่าสิ่งมีชีวิตที่เป็นผู้บริโภคแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันอย่างไร
 - 2.5 ถ้านำโซ่อาหารหลายๆ ห่วงโซ่มาสัมพันธ์กันจะได้หรือไม่ต้องคำนึงถึงปัจจัยอะไรบ้าง
3. ครูให้นักเรียนสรุปให้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด แล้วเขียนผลสรุปส่งครูเป็นรายบุคคล

การขยายความรู้ (Elaboration)

1. ครูทบทวนเรื่อง โซ่อาหาร โดยให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นในเรื่องดังกล่าว และครูใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียน ดังนี้
 - 1.1 ในสิ่งแวดล้อมเดียวกัน สิ่งมีชีวิตจะสัมพันธ์กันในแง่ใดบ้าง
 - 1.2 ตั๊กแตนกินอะไรเป็นอาหาร
 - 1.3 งูกินอะไรเป็นอาหาร
 - 1.4 นกกินอะไรเป็นอาหาร
 - 1.5 กบกินอะไรเป็นอาหาร
2. ครูตั้งประเด็นว่า ถ้าเราศึกษาความสัมพันธ์ของสายใยอาหารซึ่งเป็นความสัมพันธ์ของโซ่อาหารหลายห่วงโซ่นั้น ประเด็นสงสัยที่เราน่าจะศึกษาคือสายใยอาหารของสิ่งมีชีวิตมีลักษณะอย่างไร
3. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกลุ่มละ 4 – 5 คน อ่านวิธีทำกิจกรรมในใบงานให้เข้าใจโดยใช้เวลาประมาณ 5 นาที
4. ครูชี้แจงและแนะแนวในการทำ กิจกรรม ดังนี้
 - 4.1 ให้นักเรียนสังเกตสิ่งมีชีวิตทั้งหมดและพิจารณาว่าสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีความสัมพันธ์กันอย่างไร
 - 4.2 ให้นักเรียนเขียนสายใยอาหารที่แสดงความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดในภาพ

การประเมินผล (Evaluation)

หลังจากทำกิจกรรมเสร็จแล้วครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับผลจากการทำกิจกรรม โดยครูถามคำถามหลังทำกิจกรรม ดังนี้

1. สายใยอาหารที่เขียนได้ ถ้านำ มาวิเคราะห์จะประกอบด้วยโซ่อาหารอะไรบ้าง
2. ในสายใยอาหารมีการถ่ายทอดพลังงานหรือไม่ อย่างไร
3. ผู้บริโภคคือสิ่งมีชีวิตชนิดใดบ้าง และผู้บริโภคอันดับสุดท้ายคืออะไร
4. ผู้บริโภคอันดับแรกคือสัตว์กินพืช มีสิ่งมีชีวิตชนิดใดบ้าง
5. ผู้บริโภคที่เพิ่มมาคือสิ่งใดสายใยอาหารจะเปลี่ยนไปโดยซับซ้อนขึ้น หรือไม่ อย่างไร
6. ในธรรมชาติ นักเรียนคิดว่าสายใยอาหารซับซ้อนกว่าในกิจกรรมนี้หรือไม่ อย่างไร
7. “สายใยอาหารยิ่งซับซ้อนมาก ยิ่งแสดงความสมบูรณ์ของระบบนิเวศ” นักเรียนเห็นด้วยกับคำกล่าวนี้หรือไม่ อย่างไร

จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามลงในใบงาน

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. สื่อ/วัสดุ/เอกสาร
 - 1.1 ใบความรู้
 - 1.2 ใบงาน
 - 1.3 สื่อ สิ่งพิมพ์ต่างๆ
2. แหล่งเรียนรู้ประเภทสถานที่
 - 2.1 ห้องสมุดออนไลน์ เป็นห้องสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต
 - 2.2 ห้องสมุดโรงเรียน เป็นแหล่งเรียนรู้ที่สามารถสืบค้นข้อมูลจากเอกสาร สิ่งพิมพ์ต่างๆ
 - 2.3 ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
3. แหล่งเรียนรู้ออนไลน์
 - 3.1 เว็บไซต์เกี่ยวกับระบบนิเวศ
 - 3.2 เว็บไซต์เกี่ยวกับความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมของระบบนิเวศ ตาม

ธรรมชาติ

แผนการจัดการเรียนรู้

วิชา วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ระบบนิเวศ

หน่วยย่อย 3 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ เวลา 2 ชั่วโมง

สาระสำคัญ

ความสัมพันธ์ของกลุ่มสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่เดียวกันมี ดังนี้

1. ต่างฝ่ายต่างให้ประโยชน์ซึ่งกันและ
2. ฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์อีกฝ่ายหนึ่งไม่ได้ประโยชน์ แต่ก็ไม่เสีย
3. ฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์อีกฝ่ายหนึ่งเสียประโยชน์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. ทำกิจกรรมเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตด้วยกัน เมื่อกำหนดภาพมาให้ได้
2. ระบุความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต 2 ชนิดในแต่ละภาพได้
3. จำแนกประเภทของความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตด้วยกันโดยกำหนดเกณฑ์เอง

เนื้อหา

ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างชนิดในระบบนิเวศเดียวกัน (Interspecific Interaction) แบ่งเป็น 3 รูปแบบ คือ

1. แบบพึ่งพาอาศัยกัน (Symbiosis) เป็นการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิต 2 ชนิด ที่ทำให้ฝ่ายหนึ่งหรือทั้งสองฝ่ายได้ประโยชน์โดยไม่มีฝ่ายใดเสียประโยชน์เลย
2. แบบปฏิปักษ์ต่อกัน (Antagonism) เป็นการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิต 2 ชนิดที่ทำให้ฝ่ายหนึ่งฝ่ายใดเสียประโยชน์หรือเสียประโยชน์ทั้งสองฝ่าย
3. แบบเป็นกลางต่อกัน (Neutralism : 0 , 0) เป็นการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตที่เป็นอิสระต่อกัน จึงไม่มีฝ่ายหนึ่งฝ่ายใดได้หรือเสียประโยชน์

กิจกรรมการเรียนรู้

การสร้างความสนใจ (Engagement)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเพื่อทบทวนความรู้เดิมเรื่อง ระบบนิเวศ โดยครูใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียน ดังนี้
 - 1.1 ระบบนิเวศคืออะไร

- 1.2 องค์ประกอบของระบบนิเวศมีอะไรบ้าง
- 1.3 กลุ่มสิ่งมีชีวิตคืออะไร
- 1.4 ประชากรหมายถึงอะไร
- 1.5 ระบบนิเวศอยู่ในภาวะสมดุลหมายถึงอะไร
- 1.6 นักเรียนชอบเรียนเรื่องระบบนิเวศหรือไม่
2. ให้นักเรียนดูภาพในใบความรู้ แล้วให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับภาพ โดยครูใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียน ดังนี้
 - 2.1 ในภาพแต่ละภาพมีสัตว์ชนิดใดบ้าง
 - 2.2 ในภาพแต่ละภาพมีพืชชนิดใดบ้าง
 จากนั้นครูตั้งประเด็นปัญหากระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยและหาคำตอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้
 - สิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิตมีความสัมพันธ์ในแบบใดบ้าง

การสำรวจและค้นหา (Exploration)

1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน อ่านวิธีทำกิจกรรมในใบงานให้เข้าใจ โดยใช้เวลาประมาณ 5 นาที
2. ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการทำกิจกรรม จากนั้น ครูถามคำถามก่อนทำกิจกรรม ดังนี้
 - 2.1 ระบบนิเวศหมายถึงอะไร
 - 2.2 ให้นักเรียนลองคิดดูตามประสบการณ์เดิมว่า สิ่งมีชีวิตมีความสัมพันธ์กันอย่างไรบ้าง จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามลงในใบงาน
3. ครูชี้แจงและแนะนำในการทำกิจกรรม ชักถามผู้เรียน เพื่อตรวจสอบความเข้าใจก่อนให้ลงมือดำเนินกิจกรรม
4. ให้นักเรียนทำ กิจกรรมในใบงาน เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต แล้วบันทึกผลจากการทำ กิจกรรมลงในใบงาน
 - 4.1 ให้นักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตด้วยกันในแต่ละภาพ
 - 4.2 ให้พิจารณาภาพสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตที่มีความสัมพันธ์คล้ายคลึงกัน แล้วบันทึกผลลงในใบงาน ให้นักเรียนจำแนกประเภทของความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตด้วยกัน ตามเกณฑ์ที่กำหนดขึ้นเอง ขณะที่นักเรียนทำ กิจกรรมให้ครูประเมินผลการเรียนรู้โดยพิจารณาจากเกณฑ์การประเมินตามสภาพจริง

การอธิบาย (Explanation)

1. ให้ผู้แทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมาหน้า เสนอผลการทำ กิจกรรมหน้าชั้นเรียนโดยใช้เวลาประมาณกลุ่มละ 3 นาที
2. ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับผลจากการทำ กิจกรรม จากนั้นครูถามคำถามหลังทำ กิจกรรม ดังนี้
 - 2.1 นักเรียนคิดว่า สิ่งมีชีวิตต่อไปนี้มีความสัมพันธ์กันอย่างไร
 - 2.1.1 ผีเสื้อกับดอกไม้
 - 2.1.2 นกเอี้ยงกับควาย
 - 2.1.3 เหี้ยกับนก
 - 2.1.4 กบกับแมลง
 - 2.1.5 กล้วยไม้กับต้นมะม่วง
3. จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามลงในใบงาน

การขยายความรู้(Elaboration)

ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเพื่อสรุปความรู้เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในประเด็นต่อไปนี้

1. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตด้วยกัน
2. การระบุความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต 2 ชนิด ระหว่างสิ่งมีชีวิตด้วยกัน โดยกำหนดเกณฑ์เอง

การประเมินผล (Evaluation)

1. ครูให้นักเรียนประเมินตนเอง โดยเขียนบันทึกหลังการเรียนในประเด็น ดังนี้
 - 1.1 นักเรียนเรียนรู้อะไรจากการทำกิจกรรมนี้
 - 1.2 นักเรียนยังสงสัยอะไรอีกบ้าง
 - 1.3 นักเรียนต้องการเรียนรู้อะไรเพิ่มเติมบ้าง
2. นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหาวิเคราะห์ แปลผล สรุปและอภิปราย พร้อมทั้งนำเสนอผลงานในรูปแบบต่างๆ

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. สื่อ/วัสดุ/เอกสาร
 - 1.1 ใบความรู้
 - 1.2 ใบงาน
 - 1.3 \ สื่อ สิ่งพิมพ์ต่างๆ

2. แหล่งเรียนรู้ประเภทสถานที่
 - 2.1 ห้องสมุดออนไลน์ เป็นห้องสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต
 - 2.2 ห้องสมุดโรงเรียน เป็นแหล่งเรียนรู้ที่สามารถสืบค้นข้อมูลจากเอกสาร สิ่งพิมพ์ต่างๆ
 - 2.3 ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
3. แหล่งเรียนรู้ออนไลน์
 - 3.1 เว็บไซต์เกี่ยวกับระบบนิเวศ
 - 3.2 เว็บไซต์เกี่ยวกับความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมของระบบนิเวศตาม

ธรรมชาติ

ใบความรู้

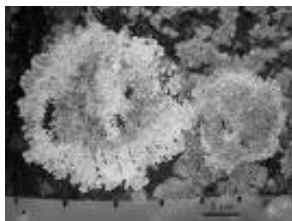
ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างชนิดในระบบนิเวศเดียวกัน (Interspecific Interaction) แบ่งเป็น 3 รูปแบบ คือ

1. **แบบพึ่งพาอาศัยกัน (Symbiosis)** เป็นการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิต 2 ชนิด ที่ทำให้ฝ่ายหนึ่งหรือทั้งสองฝ่ายได้ประโยชน์โดยไม่มีฝ่ายใดเสียประโยชน์เลย ได้แก่

1.1 **ภาวะพึ่งพา (Mutualism : +,+)** หมายถึง การอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิต 2 ชนิด โดยต่างก็ได้รับประโยชน์ซึ่งกันและกัน หากแยกกันอยู่จะไม่สามารถดำรงชีวิตต่อไปได้ เช่น

1.1.1 **ไลเคนส์ (Lichens)** : สาหร่ายอยู่ร่วมกับสาหร่าย สาหร่ายได้รับความชื้นและแร่ธาตุจากรา ราได้รับอาหารและออกซิเจนจากสาหร่าย



1.1.2 **โพรโทซัวในลำไส้ปลวก** : โพรโทซัวชนิด *Trichonympha* sp. ช่วยย่อยเซลลูโลสให้ปลวกปลวกให้ที่อยู่อาศัยและอาหารแก่โพรโทซัว



1.1.3 **แบคทีเรียในลำไส้ใหญ่ของมนุษย์** : แบคทีเรียชนิด *Escherichia coli* ช่วยย่อยกากอาหารและสร้างวิตามิน K, B ให้มนุษย์ ส่วนมนุษย์ให้ที่อยู่อาศัยและอาหารแก่แบคทีเรีย

1.1.4 **แบคทีเรียในปมรากพืชตระกูลถั่ว** : แบคทีเรียชนิด *Rhizobium* sp. ช่วยตรึง N ในอากาศเป็นไนเตรต (NO) ในดินให้ถั่วใช้ประโยชน์ได้ ส่วนถั่วให้ที่อยู่อาศัยแก่แบคทีเรีย

1.1.5 **ราในรากพืชตระกูลสน** : ราชนิด *Mycorrhiza* sp. ช่วยทำให้ฟอสฟอรัสในดินอยู่ในรูปที่สนนำไปใช้ประโยชน์ได้ และสนให้ที่อยู่อาศัยและอาหารแก่รา

1.1.6 สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในแหวนแดง : สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ชนิด *Anabaena* sp. และ *Nostoc* sp. ช่วยตรึง N ในอากาศเป็น NO_3^- ให้แหวนแดงนำไปใช้ประโยชน์ได้ ส่วนแหวนแดงให้ที่อยู่อาศัยแก่สาหร่าย

1.2 ภาวะได้ประโยชน์ร่วมกัน (Protocooperation : + , +) หมายถึง การอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิต 2 ชนิด โดยก็ได้ประโยชน์ซึ่งกันและกัน แม้แยกกันอยู่ก็สามารถดำรงชีวิตได้ตามปกติ เช่น

1.2.1 แมลงกับดอกไม้ : แมลงได้รับน้ำหวานจากดอกไม้ ส่วนดอกไม้ได้แมลงช่วยผสมเกสรทำให้แพร่พันธุ์ได้ดีขึ้น



1.2.2 ปูเสฉวนกับดอกไม้ทะเล (Sea Anemone) : ดอกไม้ทะเล ซึ่งเกาะอยู่บนปูเสฉวน ช่วยป้องกันภัยและพรางตัวให้ปูเสฉวน ส่วนปูเสฉวนช่วยให้ดอกไม้ทะเลเคลื่อนที่หาแหล่งอาหารใหม่ๆ ได้



1.2.3 มดดำกับเพลี้ย : มดดำช่วยช่วยป้องกันอันตรายและพาเพลี้ยไปยังส่วนต่างๆ ของพืชที่ดูดน้ำหวาน โดยมดดำจะได้รับน้ำหวานที่เพลี้ยดูดจากพืชด้วย



1.2.4 นกเอี้ยงกับควาย : นกเอี้ยงช่วยกินแมลง และปรสิติดบนหลังควาย รวมทั้งช่วยเตือนภัยให้แก่ควายอีกด้วย



1.3 ภาวะอิงอาศัยหรือภาวะเกื้อกูล (Commensalism : + , 0) หมายถึง การอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิต 2 ชนิด โดยฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์ อีกฝ่ายหนึ่งไม่ได้และไม่เสียประโยชน์ เช่น

1.3.1 ปลาฉลามกับเหาฉลาม : เหาฉลามเกาะติดกับปลาฉลาม ได้เศษอาหารจากปลาฉลามโดยปลาฉลามก็ไม่ได้และไม่เสียประโยชน์อะไร



1.3.2 พืชอิงอาศัย (Epiphyte) บนต้นไม้ใหญ่ : พืชอิงอาศัย เช่น ชายผ้าสีดาหรือกล้วยไม้เกาะอยู่บนต้นไม้ใหญ่ ได้รับความชุ่มชื้น ที่อยู่อาศัยและแสงสว่างที่เหมาะสมโดยต้นไม้ใหญ่ไม่ได้และไม่เสียประโยชน์ใดๆ



1.3.3 นก ต่อ แตน ผึ้ง ทำรังบนต้นไม้ : สัตว์เหล่านี้ได้ที่อยู่อาศัย หลบภัยจากศัตรูธรรมชาติโดยต้นไม้ไม่ได้และไม่เสียประโยชน์อะไร



2. แบบปฏิปักษ์ต่อกัน (Antagonism) เป็นการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิต 2 ชนิดที่ทำให้ฝ่ายหนึ่งฝ่ายใดเสียประโยชน์หรือเสียประโยชน์ทั้งสองฝ่าย ได้แก่

2.1 ภาวะปรสิต (Parasitism : + , -) หมายถึง การอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิต 2 ชนิด โดยฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์ เรียกว่า ปรสิต (Parasite) อีกฝ่ายหนึ่งเสียประโยชน์เรียกว่า ผู้ถูกอาศัย (Host) เช่น

2.1.1 เห็บ เหา ไร หมัด บนร่างกายสัตว์ : ปรสิตภายนอก (Ectoparasite) เหล่านี้ ดูดเลือดจากร่างกายสัตว์ จึงเป็นฝ่ายได้ประโยชน์ ส่วนสัตว์เป็นฝ่ายเสียประโยชน์

2.1.2 พยาธิ ในร่างกายสัตว์ : ปรสิตภายใน (Endoparasite) จะดูดสารอาหารจากร่างกายสัตว์ จึงเป็นฝ่ายได้ประโยชน์ส่วนสัตว์เป็นฝ่ายเสียประโยชน์

2.1.3 พืชเบียน (Parasitic Plant) บนต้นไม้ : พืชเบียน เช่น พวกกาฝากชนิดต่างๆ เกาะและดูดน้ำเลี้ยงจากต้นไม้จึงเป็นฝ่ายได้ประโยชน์ ส่วนต้นไม้เสียประโยชน์



2.2 ภาวะล่าเหยื่อ (Predation : + , -) หมายถึง การอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตโดยฝ่ายหนึ่งจับอีกฝ่ายหนึ่งเป็นอาหาร เรียกว่า ผู้ล่า (Predator) ส่วนฝ่ายที่ถูกจับเป็นอาหารหรือถูกล่า เรียกว่า เหยื่อ (Prey) เช่น



2.3 ภาวะแข่งขัน (Competition : - , -) หมายถึง การอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตที่มีการแย่งปัจจัยในการดำรงชีพเหมือนกันจึงทำให้เสียประโยชน์ทั้งสองฝ่าย เช่น เสือ สิงโต สุนัขป่าแย่งชิงกันครอบครองที่อยู่อาศัยหรืออาหารพืชหลายชนิดที่เจริญอยู่ในบริเวณเดียวกัน เป็นต้น



2.4 ภาวะมีการย่อยสลาย (Saprophytism +/-) ความสัมพันธ์อีกแบบหนึ่งของเห็ดรา และแบคทีเรียอาศัยซากสิ่งมีชีวิตโดยการหลั่งเอนไซม์ออกมานอกเซลล์ (Exoenzyme) เพื่อย่อยสลายซากเหล่านั้น แล้วจึงดูดซึมสารที่ได้จากการย่อยเข้าสู่เซลล์ในรูปของเหลว สิ่งมีชีวิตที่ดำรงชีวิตเช่นนี้เรียกว่า ผู้ย่อยสลาย (Decomposer)



2.5 ภาวะหลังสารยับยั้งการเจริญ (Antibiosis : 0 , -) หมายถึง การอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตที่ฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งหลั่งสารมายับยั้งการเจริญของแบคทีเรียสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน บางชนิดหลั่งสารพิษ เรียกว่า Hydroxylamine ทำให้สัตว์น้ำในบริเวณนั้นได้รับอันตราย

3. แบบเป็นกลางต่อกัน (Neutralism : 0 , 0) เป็นการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตที่เป็นอิสระต่อกันจึงไม่มีฝ่ายหนึ่งฝ่ายใดได้หรือเสียประโยชน์ เช่น

3.1 แมงมุมกับกระต่ายอาศัยอยู่ในทุ่งหญ้า แมงมุมกินแมลงเป็นอาหาร ส่วนกระต่ายกินหญ้าเป็นอาหาร จึงไม่มีฝ่ายใดได้หรือเสียประโยชน์

3.2 กบกับไส้เดือนดินอาศัยอยู่ในทุ่งนา กบกินแมลงเป็นอาหาร ส่วนไส้เดือนดินกินซากสิ่งมีชีวิตที่เน่าเปื่อยผุพัง จึงไม่มีฝ่ายใดได้หรือเสียประโยชน์



ให้ระบุความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่อไปนี้พร้อมทั้งเครื่องหมาย

ความสัมพันธ์	รูปแบบความสัมพันธ์	เครื่องหมาย
1. นกเอี้ยงกับควาย		
2. กระจ่างกับหนู		
3. งูกับนก		
4. รากับไลเคน		
5. กล้วยไม้กับต้นไม้		
6. เห็บกับสุนัข		
7. ผีเสื้อกับดอกไม้		
8. หมากับแร้ง		
9. สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในแหนแดง		
10. เห็ดกับขอนไม้		

ให้นักเรียนจับคู่ความสัมพันธ์จากรูปต่อไปนี้



หมายเลข 1



หมายเลข 2



หมายเลข 3



หมายเลข 4



หมายเลข 5

- | | |
|---------------------------|---------------|
| 1. ภาวะได้ประโยชน์ร่วมกัน | หมายเลข |
| 2. ภาวะปรสิต | หมายเลข |
| 3. ภาวะล่าเหยื่อ | หมายเลข |
| 4. ภาวะแข่งขัน | หมายเลข |
| 5. ภาวะมีการย่อยสลาย | หมายเลข |

แผนการจัดการเรียนรู้

วิชา วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ระบบนิเวศ

หน่วยย่อย 4 เรื่อง การหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ

เวลา 2 ชั่วโมง

สาระสำคัญ

ในระบบนิเวศนั้น ปรากฏการณ์สำคัญอย่างหนึ่งเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต และ สิ่งแวดล้อมก็คือ การหมุนเวียนของแร่ธาตุเป็นวัฏจักรจากสิ่งแวดล้อมเข้าสู่สิ่งมีชีวิตและจากสิ่งมีชีวิต ถูกปลดปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม อีกเป็นเช่นนี้เรื่อย ๆ ไป

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

สืบค้นข้อมูลและอธิบายวัฏจักรของคาร์บอน ไนโตรเจน และน้ำที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ ภายในระบบนิเวศ

เนื้อหา

แร่ธาตุและสารต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบทางกายภาพในระบบนิเวศ ได้แก่ ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และน้ำ เป็นสิ่งจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตใน ธรรมชาติ แร่ธาตุและสารต่างๆ จะมีปริมาณคงที่และสมดุล สิ่งมีชีวิตใช้สารเหล่านี้ ในกระบวนการ ดำรงชีวิต และการปล่อยสารดังกล่าวกลับคืนสู่ธรรมชาติหมุนเวียนกันเป็นวัฏจักร

กิจกรรมการเรียนรู้

การสร้างความสนใจ (Engagement)

1. ครูทบทวนความรู้ เรื่ององค์ประกอบของระบบนิเวศ ประกอบด้วยส่วนประกอบที่ ไม่มีชีวิต แบ่งเป็น 3 พวก

1.1 อนินทรีย์สาร เช่น คาร์บอน ไนโตรเจน คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ ออกซิเจน เป็นต้น

1.2 อินทรีย์สาร เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ฮิวมัส วิตามิน

1.3 สภาพแวดล้อมทางกายภาพ เช่น แสงสว่าง เพื่อใช้ในการสังเคราะห์แสงอุณหภูมิ ความชื้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต สภาพความเค็ม ความเป็นกรดหรือด่าง

2. ครูนำ นักเรียนตั้งประเด็นปัญหา คือ สารต่างๆ ในระบบนิเวศมีการหมุนเวียนกัน อย่างไร

การสำรวจและค้นหา (Exploration)

1. ครูนำแผนภาพต่อไปนี้ติดที่แผ่นป้ายหน้าชั้นเรียน
 - 1.1 แผนภาพแสดงการหมุนเวียนน้ำในระบบนิเวศ
 - 1.2 แผนภาพแสดงการหมุนเวียนไนโตรเจนในระบบนิเวศ
 - 1.3 แผนภาพแสดงการหมุนเวียนคาร์บอนในระบบนิเวศ
 - 1.4 แผนภาพแสดงการหมุนเวียนฟอสฟอรัสในระบบนิเวศ
 - 1.5 แผนภาพแสดงการหมุนเวียนสารต่าง ๆ ในระบบนิเวศป่าไม้
2. ให้นักเรียนช่วยกันอธิบายภาพต่างๆที่ครูนำมาติดแต่ครูยังไม่บอกว่าคำอธิบายของนักเรียนถูกต้องหรือไม่อย่างไร
3. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 – 7 คน ให้แต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูล เรื่อง การหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ โดยสืบค้นข้อมูลจากใบความรู้
4. เมื่อแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูล และปฏิบัติกิจกรรมเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ประชุมกลุ่มย่อยเพื่อระดมพลังสมอง ร่วมกันสรุปผลจากการสืบค้น และผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยเขียนลงในใบงาน

การอธิบาย (Explanation)

1. ให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานจากการสืบค้น และจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยการอภิปรายหน้าชั้นเรียน และใช้แผนภาพที่แผ่นป้ายหน้าชั้นเรียนประกอบการอภิปรายด้วย
2. นักเรียนช่วยกันสรุปสาระสำคัญของบทเรียน โดยครูช่วยแนะนำ และให้นักเรียนบันทึกลงในใบงาน

การขยายความรู้ (Elaboration)

ครูให้นักเรียนดูแผนภาพวัฏจักรคาร์บอนอีกครั้งพร้อมให้ตอบคำถาม ดังนี้

จากแผนภาพ ให้นักเรียนอธิบายวัฏจักรของคาร์บอนในสายใยอาหาร

1. คาร์บอนในพืชมาจากที่ใด
2. คาร์บอนในสิ่งมีชีวิตมาจากที่ใด

สิ่งมีชีวิตที่ เป็นผู้สลายสารอินทรีย์ (Decomposer) คือ ย่อยสลายสิ่งมีชีวิตมีอะไรบ้าง จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถามลงในใบงาน

การประเมินผล (Evaluation)

ครูให้นักเรียนประเมินตนเอง (Self Evaluation) โดยเขียนบันทึกหลังการเรียน ในประเด็นต่อไปนี้

1. ได้เรียนรู้เรื่องอะไรบ้าง
2. ชอบเรียนเรื่องนี้หรือไม่ อย่างไร
3. อยากรู้อะไรเพิ่มเติมอีกบ้าง

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. สื่อ/วัสดุ/เอกสาร
 - 1.1 ใบความรู้
 - 1.2 ใบงาน
 - 1.3 สื่อ สิ่งพิมพ์ต่างๆ
2. แหล่งเรียนรู้ประเภทสถานที่
 - 2.1 ห้องสมุดออนไลน์ เป็นห้องสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต
 - 2.2 ห้องสมุดโรงเรียน เป็นแหล่งเรียนรู้ที่สามารถสืบค้นข้อมูลจากเอกสาร สิ่งพิมพ์ต่างๆ และสามารถสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตได้
 - 2.3 ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
3. แหล่งเรียนรู้ออนไลน์
 - 3.1 เว็บไซต์เกี่ยวกับระบบนิเวศ
 - 3.2 เว็บไซต์เกี่ยวกับความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมของระบบนิเวศ ตาม

ธรรมชาติ



การหมุนเวียนของสารภายในระบบนิเวศ

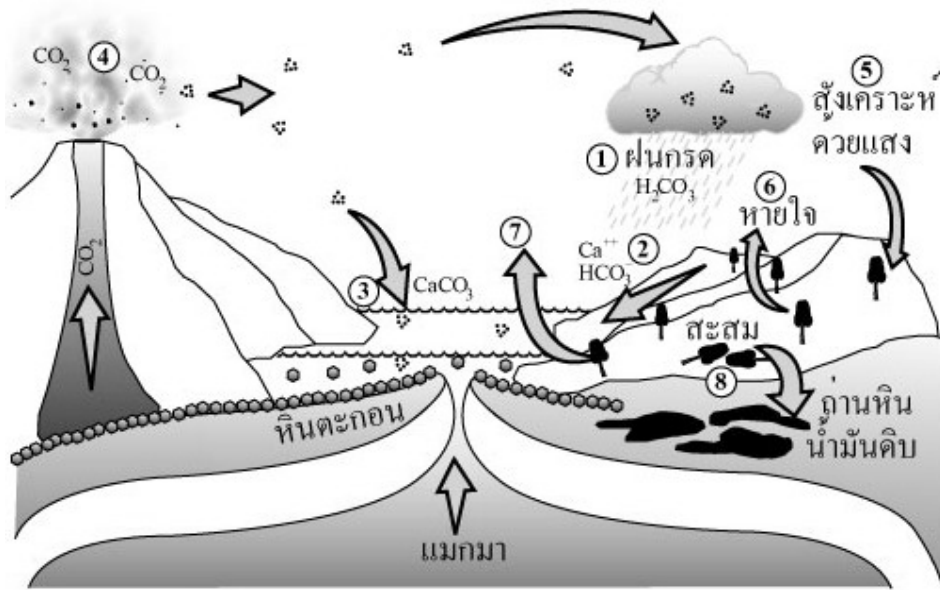
การหมุนเวียนของแร่ธาตุ

ในระบบนิเวศนั้นปรากฏการณ์สำคัญอย่างหนึ่งเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมก็คือการหมุนเวียนของแร่ธาตุ เป็นวัฏจักรจากสิ่งแวดล้อมเข้าสู่สิ่งมีชีวิต และจากสิ่งมีชีวิตถูกปลดปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม อีกเป็นเช่นนี้เรื่อย ๆ ไปวัฏจักรของแร่ธาตุต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบแก่นสารของสิ่งมีชีวิต เช่น

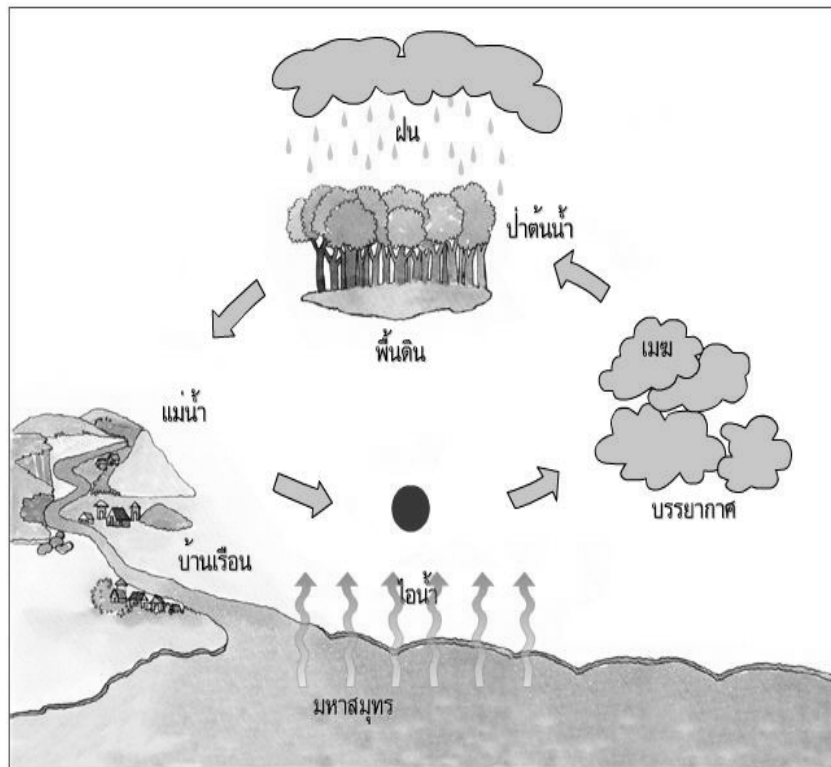
1. วัฏจักรของคาร์บอน

วัฏจักรช่วงยาว : โลกในยุคแรกปกคลุมด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งโผล่ขึ้นมาจากภูเขาไฟ เพื่อสร้างภาวะเรือนกระจกให้เกิดความอบอุ่นให้กับพื้นผิว เนื่องจากดวงอาทิตย์ในยุคนั้นยังมีขนาดเล็ก กาลต่อมาดวงอาทิตย์มีขนาดใหญ่ขึ้น โลกลดภาวะเรือนกระจกโดย 1) น้ำฝนละลายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ เกิดเป็นกรดคาร์บอนิก 2) ทำปฏิกิริยากับแคลเซียมซิลิเกตบนพื้นผิวทำให้เกิดซิลิกา (ทราย) ประจุแคลเซียม ประจุคาร์บอนेटไหลรวมกันลงสู่แม่น้ำและทะเล 3) สิ่งมีชีวิตบนแผ่นดิน สิ่งมีชีวิตใต้ทะเลใช้แคลเซียมไปคาร์บอนेटมาสร้างเปลือก เมื่อสิ่งมีชีวิตตายลงสะสมเป็นตะกอนหินปูนที่พื้นทะเล 4) หินตะกอนใต้เปลือกมหาสมุทร ถูกหลอมละลายโดยแมกมา และถูกดันขึ้นมาทางปล่องภูเขาไฟในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

วัฏจักรช่วงสั้น : 5) พืชและแพลงตอนสีเขียว ตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ เพื่อสร้างอาหารโดยการสังเคราะห์ด้วยแสง และปล่อยก๊าซออกซิเจนออกมา 6) สัตว์หายใจเข้า นำก๊าซออกซิเจนไปเผาผลาญอาหาร และปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กลับคืนสู่บรรยากาศ สิ่งมีชีวิตสร้างร่างกายจากคาร์บอนในอาหาร เมื่อตายลงก็จะคืนคาร์บอนไว้กับแผ่นดิน หรืออาจฝังตัวเป็นน้ำมันและถ่านหิน 7) ในสภาวะที่ขาดออกซิเจนแบคทีเรียจะย่อยสลายอาหาร ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนได และก๊าซมีเทน 8) เมื่อสิ่งมีชีวิตตายลงคาร์บอนในร่างกายจะสะสมในดิน การทับถมตัวในสภาวะที่ไร้ออกซิเจนหลายร้อยล้านปีจะทำให้เกิด ถ่านหิน น้ำมันดิบ หรือก๊าซเชื้อเพลิง มนุษย์ขุดวัตถุดิบเหล่านี้ มาเป็นเชื้อเพลิง ปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์กลับคืนสู่บรรยากาศ



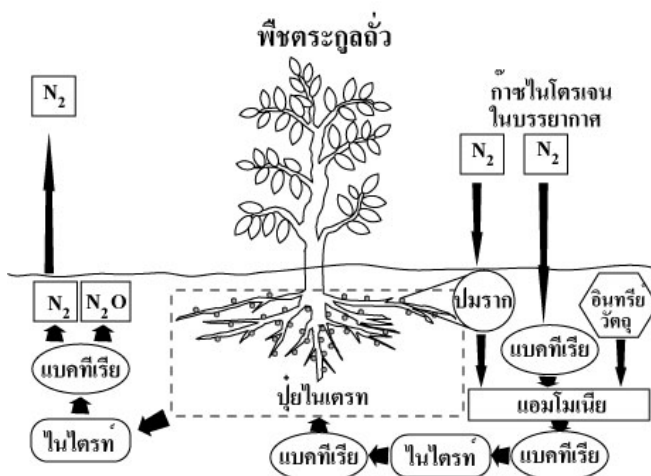
วัฏจักรของน้ำ น้ำเป็นตัวกลางของขบวนการต่างๆ ในสิ่งมีชีวิต รวมทั้งเป็นแหล่งให้ไฮโดรเจนที่สำคัญ น้ำที่ปรากฏในโลกจะอยู่ในสภาพและแหล่งต่างๆ กัน ทั้งน้ำจืด น้ำเค็ม น้ำในดิน น้ำในอากาศในรูปของไอน้ำและน้ำแข็งที่ปกคลุมผิวโลก ในจำนวนนี้มีการหมุนเวียนเป็นวัฏจักร โดยส่วนใหญ่เป็นการแลกเปลี่ยนระหว่างผิวโลกและบรรยากาศโดยการระเหยและการกลั่นตัวตกกลับสู่ผิวโลก



วัฏจักรของไนโตรเจน

ไนโตรเจน (N₂) เป็นก๊าซที่มีมากที่สุดในบรรยากาศ และเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในโมเลกุลของกรดอะมิโน ซึ่งเชื่อมต่อกันเป็นโปรตีน ใช้ในการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต อย่างไรก็ตามทั้งพืชและสัตว์ไม่สามารถใช้ไนโตรเจนในอากาศ มาสร้างเซลล์ได้โดยตรง จะต้องผ่านกระบวนการสลับซับซ้อนมากมาย ซึ่งอาศัยแบคทีเรียในดิน ในน้ำ หรือหรือปมรากของพืชตระกูลถั่ว ช่วยตรึงก๊าซไนโตรเจนในอากาศและเปลี่ยนเป็นก๊าซแอมโมเนีย (NH₃) ก๊าซแอมโมเนียทำปฏิกิริยากับน้ำในดินแล้วเกิดประจุแอมโมเนียม (NH₄⁺) แบคทีเรียอีกชนิดเปลี่ยนประจุแอมโมเนียมเป็นไนไตรท์ (NO₂⁻) และไนเตรท (NO₃⁻) รากพืชดูดสารละลายไนเตรทในน้ำ ไปใช้สร้างเนื้อเยื่อ เพื่อเจริญเติบโต สัตว์รับไนโตรทไปใช้โดยการกินพืชอีกทีหนึ่ง

เมื่อพืชและสัตว์ตายลง แบคทีเรียและเห็ดราย่อยสลายซากที่เหลือ เปลี่ยนไนเตรทเป็นไนไตรท์ และทำให้เกิดก๊าซไนโตรเจน และก๊าซไนตรัสออกไซด์ N₂O กลับคืนสู่บรรยากาศ เป็นอันครบวัฏจักรไนโตรเจน

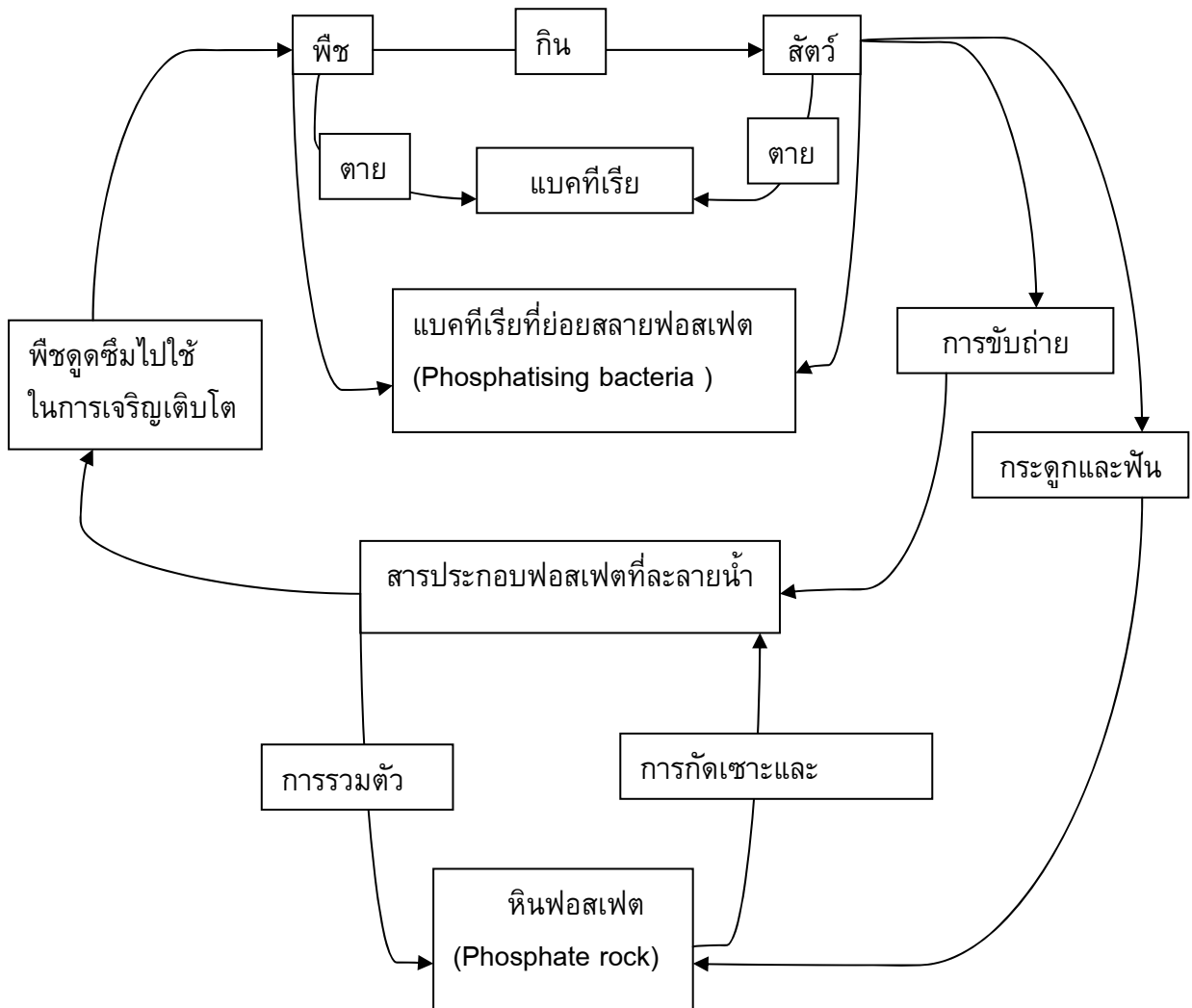


วัฏจักรไนโตรเจน

$2N_2 + H_2O \rightarrow 4NH_3 + 3O_2$ ไนโตรเจน + น้ำ --> แอมโมเนีย + ออกซิเจน การเปลี่ยนไนโตรเจนเป็นแอมโมเนีย	$4NO_3^- + 2 H_2O \rightarrow 2N_2 + 5O_2 + 4OH^-$ ไนเตรท + น้ำ --> ไนโตรเจน + ออกซิเจน + ไฮดรอกซิล การย่อยสลายของแบคทีเรีย
---	--

วัฏจักรฟอสฟอรัส

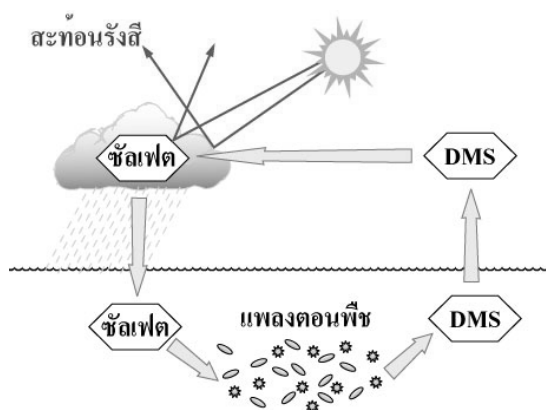
วัฏจักรฟอสฟอรัส (Phosphorus Cycle) มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตเป็นอย่างมาก ฟอสเฟตเป็นส่วนประกอบกรดนิวคลีอิก สารพลังงานสูง สารประกอบฟอสเฟตของโปรตีน (Phosphoprotein) สารประกอบฟอสเฟตของลิพิด (Phospholipid) นอกจากนี้ แคลเซียมฟอสเฟตเป็นส่วนประกอบส่วนใหญ่ของกระดูกและฟัน ปุ๋ยฟอสเฟตเป็นปุ๋ยที่สำคัญและมีความจำเป็นในการเจริญเติบโตของพืชเป็นอย่างมาก การหมุนเวียนของฟอสเฟตเกิดขึ้นโดยที่ฟอสเฟตที่ละลายน้ำได้ จะถูกพืชนำไปใช้และสร้างเป็นโปรโตพลาสซึมในพืช เมื่อสัตว์กินพืช ฟอสเฟตก็ถูกถ่ายทอดจากพืชเข้าสู่สัตว์ เมื่อพืชและสัตว์ตายแบคทีเรียจะสลายสารประกอบฟอสเฟตในพืชและสัตว์ให้เป็นสารฟอสเฟตที่ละลายน้ำได้อีก ฟอสเฟตบางส่วนจะถูกเปลี่ยนไปเป็นหินฟอสเฟต ซึ่งจะถูกกัดเซาะและสลายตัวออกมาเป็นฟอสเฟตที่ละลายน้ำได้อีก



แสดงวัฏจักรของฟอสฟอรัส

วัฏจักรกำมะถัน

กำมะถัน (Sulphur) เป็นธาตุที่สำคัญสำหรับสิ่งมีชีวิต ทำหน้าที่รักษาโครงสร้างของโปรตีนในการเชื่อมต่อโมเลกุลของกรดอะมิโน กำมะถันมีมากในมหาสมุทรในรูปของประจุซัลเฟต สิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก เช่น แบคทีเรียใช้ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์จากน้ำพุร้อน ช่วยในการสังเคราะห์อาหาร สำหรับบางชนิดย่อยสลายอาหารและปลดปล่อยก๊าซ “ไดเมทิลซัลไฟด์” (DMS) สู่อากาศ เมื่อไดเมทิลซัลไฟด์ทำปฏิกิริยากับก๊าซออกซิเจนจะเกิดประจุซัลเฟต ซึ่งเป็นอนุภาคละอองอากาศขนาดเล็ก (Aerosol) มีบทบาทสำคัญต่อบรรยากาศโลก 2 ประการคือ ช่วยสะท้อนแสงอาทิตย์ทำให้โลกเย็นลง และเป็นแกนควบแน่นให้น้ำจับตัวกลายเป็นหยดน้ำ ทำให้เกิดเมฆ ถ้าปราศจากแกนควบแน่นแล้วไอน้ำจะไม่สามารถควบแน่นเป็นหยดน้ำได้เลย เมื่อหยดน้ำมีขนาดใหญ่กลายเป็นฝนตก พายุอนุภาคซัลเฟตตกลงสู่ทะเลอีกครั้งหนึ่งเป็นการครบวงจร



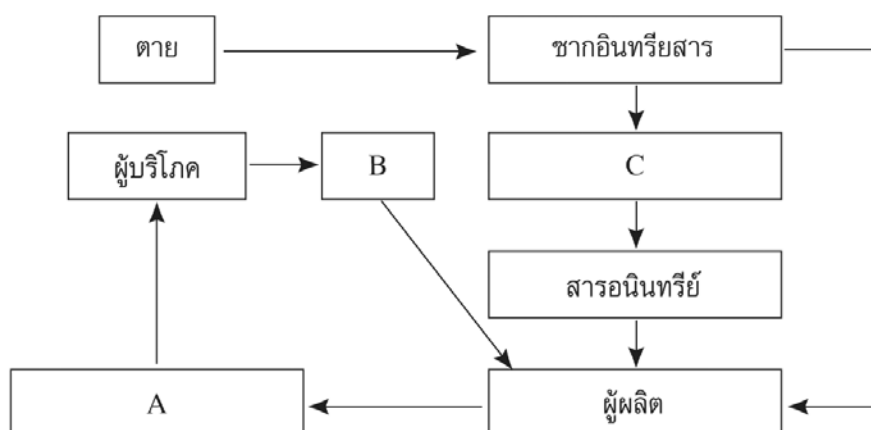
วัฏจักรกำมะถัน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องระบบนิเวศ

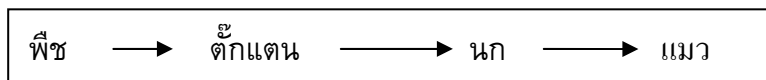
คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X หน้าข้อที่ถูกที่สุด

1. ระบบนิเวศมีความสำคัญต่อมนุษย์อย่างไร
 - ก. ช่วยให้สิ่งมีชีวิตสามารถพึ่งพากันได้
 - ข. ช่วยให้เกิดความสมดุลตามธรรมชาติ
 - ค. ช่วยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติ
 - ง. มีผลกระทบต่อมนุษย์โดยตรงถ้าระบบนิเวศขาดสมดุล
2. ความหลากหลายของภูมิประเทศเช่น ที่ราบสูง ภูเขา แม่น้ำเป็นความหลากหลายทางชีวภาพด้านใด
 - ก. ความหลากหลายทางพันธุกรรม
 - ข. ความหลากหลายของชนิด หรือพันธุ์สิ่งมีชีวิต
 - ค. ความหลากหลายของระบบนิเวศ
 - ง. ความหลากหลายของสิ่งแวดล้อม
3. ในน้ำมีปลา ในนามีข้าว คำว่า น้ำ และ นา ทั้ง 2 คำ ให้ความหมายที่ตรงกับข้อใดในทางนิเวศวิทยา
 - ก. กลุ่มสิ่งมีชีวิต (Community)
 - ข. แหล่งที่อยู่ (Habitat)
 - ค. ระบบนิเวศ (Ecosystem)
 - ง. ประชากร (Population)

จงพิจารณาแผนภาพการหมุนเวียนสารโดยสิ่งมีชีวิต ดังนี้



4. การเกิดสารตามขั้นตอน A, B และ C เป็นไปตามข้อใด
- อาหาร แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ผู้ย่อยสลายอินทรีย์สาร
 - แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แก๊สออกซิเจน ผู้ย่อยสลายอินทรีย์สาร
 - อาหารและแก๊สออกซิเจน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ผู้ย่อยสลายอินทรีย์สาร
 - อาหารและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แก๊สออกซิเจน ผู้ย่อยสลายอินทรีย์สาร
5. จากห่วงโซ่อาหารด้านล่าง ถ้าไม่มีนกแล้ว จะมีผลต่อห่วงโซ่อาหารอย่างไรที่ถูกต้องที่สุด



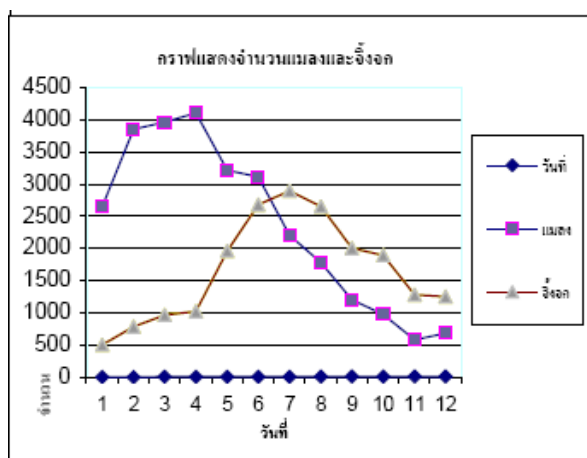
- พืชมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ
 - ปริมาณตั๊กแตนเพิ่มขึ้นมากทำให้พืชลดลงมาก
 - ปริมาณแมวลดลงเพราะไม่มีนกเป็นอาหาร
 - ไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ ในห่วงโซ่อาหารนี้
6. จากห่วงโซ่อาหาร พืช ----> แมลง ----> กบ ----> งู ----> เหยี่ยว Secondary Consumer คือข้อใด
- แมลง
 - งู
 - เหยี่ยว
 - กบ
7. ข้อใดเป็นลักษณะของผู้ผลิตในระบบนิเวศ
- มีจำนวนน้อยที่สุดในระบบ
 - เป็นผู้ถ่ายทอดพลังงานในระบบ
 - เป็นจุดเริ่มต้นของพลังงานในระบบ
 - เป็นผู้นำสารอินทรีย์กลับคืนสู่ระบบ
8. แบคทีเรียในปมรากพืชตระกูลถั่ว สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศมาเป็นปุ๋ยในดินได้ ซึ่งแบคทีเรียในปมรากพืชตระกูลถั่วและต้นถั่วอยู่ร่วมกันโดยภาวะใด
- ภาวะอิงอาศัย
 - ภาวะพึ่งพา
 - ภาวะแข่งขัน
 - ภาวะปรสิต
9. สิ่งมีชีวิตใดมีสมบัติเป็นผู้ล่า
- หญ้า
 - สาหร่ายข้าวเหนียว
 - สาหร่ายไฟ
 - สาหร่ายหางกระรอก

10. ไลเคนส์ เป็นการอยู่ร่วมกันแบบใด
- ได้ประโยชน์ร่วมกัน
 - ย่อยสลาย
 - พึ่งพา
 - แข่งขัน
11. ข้อใดเป็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตที่ต่างจากข้ออื่น
- กาฝากบนต้นไม้ใหญ่
 - นกแร้งกับเสื่อ
 - ต้นกล้วยไม้บนต้นไม้ใหญ่
 - ปลาฉลามกับเหาฉลาม
12. ทุกข้อแสดงความสัมพันธ์แบบฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์ อีกฝ่ายหนึ่งเสียประโยชน์ ยกเว้นข้อใด
- ปลิงน้ำจืดกับปลา
 - ต้นกาบหอยแครงดักจับแมลง
 - พยาธิใบไม้อาศัยในร่างกายมนุษย์
 - แบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในลำไส้ใหญ่ของคน
13. ชนิดของความสัมพันธ์และตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่แสดงชนิดของความสัมพันธ์ในข้อใดถูกต้อง
- การล่าเหยื่อ – ยุงดูดเลือดสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม
 - ภาวะพึ่งพากัน – รากับสาหร่าย
 - ภาวะเกื้อกูล – นกเอี้ยงกับควาย
 - ภาวะการได้ประโยชน์ร่วมกัน – กล้วยไม้กับต้นไม้ใหญ่
14. ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในข้อใดอยู่ในภาวะเดียวกัน
- พืชมดต่างกับต้นไม้ใหญ่ มดดำกับเพลี้ย
 - โปรโตซัวในลำไส้ปลวก ปูเสฉวนกับซีแอนนีโมนี
 - ราไมคอร์ไรซาที่อาศัยอยู่ในรากพืชตระกูลสน นกทำรังบนต้นไม้
 - ปลาฉลามกับเหาฉลาม นกแร้งกับเสื่อ
15. เด็กหญิงลูกหว่า อายุ 6 ปี ไปเที่ยวบนดอยอินทนนท์กับคุณแม่ สังเกตเห็นต้นไม้มีมอส ขึ้นอยู่โดยรอบลำต้น จึงถามคุณแม่ว่า ต้นไม้หนาวด้วยหรือจึงต้องใส่เสื้อ ต้นไม้ใส่เสื้อที่เด็กหญิงลูกหว่า พูดถึงจัดเป็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตประเภทใด
- ภาวะปรสิต (Parasitism)
 - การได้ประโยชน์ร่วมกัน (Protocooperation)
 - ภาวะมีการเกื้อกูล (Commensalism)
 - ภาวะที่ต้องพึ่งพา (Mutualism)

16. ประชากรในข้อใดที่มีความหนาแน่นมากที่สุด
- บนพื้นที่ 100 ตารางเมตร มีต้นกล้วย 25 ต้น
 - บนพื้นที่ 75 ตารางเมตร มีต้นกล้วย 15 ต้น
 - บนพื้นที่ 150 ตารางเมตร มีต้นกล้วย 35 ต้น
 - บนพื้นที่ 10 ตารางเมตร มีต้นกล้วย 2 ต้น
17. พื้นที่ว่างเปล่าที่ถูกไฟไหม้ ต่อมาไม้พุ่มเข้ามาแทนที่และเริ่มมีต้นไม้ใหญ่ในระยะต่อมาจึงกลายเป็นป่าที่อุดมสมบูรณ์ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นดังกล่าวเรียกว่า
- การเปลี่ยนแปลงแทนที่
 - วิวัฒนาการระบบนิเวศ
 - การทดแทนในระบบนิเวศ
 - การเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศ
18. ลักษณะของพีชป่าชายเลนมีลักษณะในข้อใด
- มีรากค้ำจุนช่วยในการพยุงลำต้น
 - มีรากหายใจโผล่ขึ้นมา
 - มีใบหนา มีขนปกคลุม
 - ใบเล็กกางเพื่อลดการคายน้ำ
19. การเปลี่ยนแปลงแทนที่บริเวณใดต่อไปนี้ใช้เวลาในการเปลี่ยนแปลงนานที่สุด ของดิน
- พื้นที่ที่เป็นก้อนหิน
 - ป่าไม้ที่ถูกไฟไหม้
 - บริเวณที่มีการถางป่า
 - พื้นดินที่เคยถูกน้ำท่วมนาน ๆ
20. ข้อใดเป็นการเปลี่ยนแปลงแทนที่เมื่ออากาศไม่เหมาะสม
- ป่าชายเลนงอกออกไปในทะเล
 - นกนางแอ่นอพยพ ลงใต้ในฤดูหนาว
 - ต้นไม้ใหญ่ตายลง และมีไม้พุ่มมาแทนเมื่ออากาศแห้งแล้งติดต่อกัน
 - ป่าไม้กลายเป็นทุ่งนาเมื่อจำนวนมนุษย์เพิ่มขึ้น
21. เป็นนากำบังลม เป็นเหมือนกำแพงป้องกันอันตรายเปลี่ยนแปลงนานที่สุด ของดิน และเป็นตัวกลางทำให้เกิดสมดุลระหว่างทะเลกับบก เป็นประโยชน์ของอะไร
- ป่าชายเลน
 - ป่าไม้
 - หาดหิน
 - ปะการัง

22. ระบบนิเวศแบบใดมีสภาพสมดุลที่สุด
- แบบบนบก
 - แบบในน้ำ
 - แบบที่มีสายใยอาหารซับซ้อน
 - แบบที่มีห่วงโซ่อาหารไม่ซับซ้อน
23. ข้อใดไม่ใช่อิทธิพลของอุณหภูมิที่มีต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต
- การหมุนเวียนเปลี่ยนแปลงของสารในระบบ
 - การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของสิ่งมีชีวิต
 - พฤติกรรมการออกหากินของสัตว์
 - การคายน้ำ การงอก และการเติบโตของพืช
24. ไอน้ำในอากาศได้มาจากกระบวนการใดบ้าง
- การขับถ่าย การควบแน่น การหายใจ
 - การคายน้ำ การขับถ่าย การควบแน่น
 - การละลาย การระเหยของน้ำ การควบแน่น
 - การระเหยของน้ำ การคายน้ำ การหายใจ
25. แบคทีเรียมีความสำคัญ ในวัฏจักรหมุนเวียนสารอย่างไร
- เป็นตัวสลายสารต่างๆ
 - ช่วยเก็บสะสมสารเคมี
 - ช่วยปล่อยพลังงานที่จำเป็นในการหมุนเวียนสาร
 - เปลี่ยนแปลงสารเคมีให้อยู่ในรูปการใช้ประโยชน์ได้

ใช้กราฟต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 26 – 28



26. จากกราฟนักเรียนมีความคิดเห็นเกี่ยวกับจำนวน แมลง และจิ้งจกอย่างไร
- แมลงฆ่าจิ้งจก
 - แมลงทำให้ปริมาณจิ้งจกเพิ่มขึ้น
 - อากาศมีการเปลี่ยนแปลงทำให้ปริมาณจิ้งจกและ แมลงเปลี่ยนแปลง
 - ปริมาณของแมลงมีผลต่อการเพิ่ม และลดจำนวนของจิ้งจก
27. นักเรียนคิดว่า แมลงและจิ้งจกมีผลต่อกันอย่างไร
- จิ้งจกแย่งอาหารของแมลง
 - แมลงแย่งอาหารของจิ้งจก
 - จิ้งจกเป็นอาหารของแมลง
 - แมลงเป็นอาหารของจิ้งจก
28. จากกราฟนักเรียนจะสรุปผลจากกราฟอย่างไร
- ปริมาณของแมลงจะเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณของจิ้งจกเพิ่มขึ้น
 - เมื่อแมลงเพิ่มจำนวนขึ้น จิ้งจกก็เพิ่มจำนวนขึ้นเมื่อแมลงลดจำนวนลง จิ้งจกก็ลดจำนวนลง
 - จิ้งจกกินแมลงเป็นอาหาร ทำให้ปริมาณจิ้งจกเพิ่มขึ้นและทำให้จำนวนแมลงลดลง
 - จิ้งจกมีอิทธิพลต่อจำนวนแมลงเป็นการรักษาดุลยภาพของระบบนิเวศให้มีความสมดุล
29. ตู้ปลาปิดสนิทมีสิ่งมีชีวิตอยู่ในน้ำหลายชนิด เช่น ปลา หอย กุ้ง พืชน้ำ โปรโตรซัว สิ่งมีชีวิตเหล่านี้ สามารถดำรง ชีวิตอยู่ได้เป็นเดือนเพราะเหตุใด
- สิ่งมีชีวิตไม่เจริญเติบโต
 - สิ่งมีชีวิตไม่รบกวนซึ่งกันและกัน
 - การได้และการใช้พลังงานอยู่ในภาวะสมดุล
 - ไม่มีจุลินทรีย์เข้าไปรบกวน
30. แนวปะการัง และป่าชายเลนมีความสำคัญอย่างไร ต่อปริมาณปลาและอาชีพการทำประมง
- ปะการังและป่าชายเลนเป็นอาหารของสัตว์ทะเล
 - ปะการังและป่าชายเลนช่วยป้องกันลม
 - ปะการังและป่าชายเลนเป็นแหล่งอาหารและเป็น แหล่งอนุบาลวัยอ่อนของสัตว์ทะเล
 - ปะการังและป่าชายเลนช่วยป้องกันการน้ำขึ้นน้ำลง

แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์

แบบสอบถามวัดจิตวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง:

1. แบบสอบถามนี้เป็นแบบวัดความรู้สึกพึงพอใจ และความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในด้านการเรียนการสอน เนื้อหาและประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียน
2. การตอบแบบสอบถามไม่มีคำตอบที่ถูกหรือผิด คำตอบของนักเรียนไม่มีผลต่อการเรียนของนักเรียนแต่อย่างใด
3. ให้พิจารณาว่าข้อความใดในแต่ละข้อที่ตรงกับความรู้สึกพึงพอใจ และความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุดเพียงใด โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่เป็นความคิดเห็นของนักเรียน

ข้อ	ข้อความ	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง	ไม่เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	เห็นด้วย	เห็นด้วย อย่างยิ่ง
1	ข้าพเจ้าตั้งใจเรียนและชอบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มาก					
2	ข้าพเจ้าอยากเข้าร่วมกิจกรรมวิทยาศาสตร์					
3	ข้าพเจ้าชอบซักถามคำถามในเวลาเรียนวิทยาศาสตร์					
4	ข้าพเจ้าอยากรู้สิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิต					
5	ข้าพเจ้าชอบชมนิทรรศการเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์					
6	ข้าพเจ้าชอบค้นคว้าความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์					
7	การสังเกตสิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบตัวเป็นลักษณะของการจับผิด					
8	ในการทำการทดลองข้าพเจ้าบันทึกผลตามความจริง					
9	ข้าพเจ้ายอมรับความผิดพลาดว่าเป็นผลงานของข้าพเจ้า เมื่อข้าพเจ้าเป็นผู้กระทำ					
10	ถ้าข้าพเจ้าทำกิจกรรมใดก็ตามข้าพเจ้าจะทุ่มเทสุด ความสามารถ					
11	ข้าพเจ้ารับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายอย่างเต็ม ความสามารถ					
12	ข้าพเจ้าจะรู้สึกไม่สบายใจถ้าข้าพเจ้าทำงานผิดพลาด					
13	ข้าพเจ้าไม่สามารถมีสมาธิกับการเรียนวิทยาศาสตร์ได้นานๆ					
14	เมื่อมีอุปสรรคข้าพเจ้าจะเลิกทำทันทีเพื่อไม่ให้เสียเวลา					
15	ข้าพเจ้าไม่ชอบเรียนวิทยาศาสตร์เมื่อโดนครูตำหนิหรือ ลงโทษ					
16	ข้าพเจ้าคิดว่าทำการทดลองวิทยาศาสตร์ต้องทำการทดลอง หลายๆ ครั้ง					

ข้อ	ข้อความ	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง	ไม่เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	เห็นด้วย	เห็นด้วย อย่างยิ่ง
17	ในการเรียนวิทยาศาสตร์ถ้าเป็นเรื่องคำนวณข้าพเจ้ารู้สึกไม่ถนัดข้าพเจ้าก็ไม่อยากเรียน					
18	ถ้ามีข้อสงสัยข้าพเจ้าจะเข้าห้องสมุดหรืออินเทอร์เน็ตเพื่อหาคำตอบ					
19	ข้าพเจ้าจะให้ความช่วยเหลือเพื่อนเมื่อเพื่อนขอร้องให้ช่วยเท่านั้น					
20	ข้าพเจ้าจะน้อยใจเมื่อถูกครูด่าหิข้าพเจ้าและกล่าวชมเชยเพื่อน					
21	ข้าพเจ้าจะแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนในการทำ การทดลองวิทยาศาสตร์					
22	ข้าพเจ้าไม่สนใจคำวิพากษ์วิจารณ์ของเพื่อน					
23	ข้าพเจ้าคิดว่าข้อคิดเห็นของผู้อื่นมีประโยชน์					
24	ข้าพเจ้าจะขอคำแนะนำจากเพื่อนเมื่อเกิดข้อสงสัย					
25	ข้าพเจ้ามักจะประดิษฐ์สิ่งของจากวัสดุเหลือใช้					
26	ข้าพเจ้าไม่ยากให้ครูบังคับให้นักเรียนทำโครงการ วิทยาศาสตร์					
27	ข้าพเจ้าชอบให้โรงเรียนจัดงานประกวดสิ่งประดิษฐ์และ โครงการวิทยาศาสตร์					
28	ข้าพเจ้าไม่กล้าทำอะไรใหม่ๆ เพราะกลัวการผิดพลาด					
29	ข้าพเจ้าชอบคิดค้นวิธีการทำงานแบบใหม่ ๆ อยู่เสมอ					
30	ข้าพเจ้าสามารถนำความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิต ประจำวันได้					
31	ข้าพเจ้าชอบดูทีวีรายการเกี่ยวกับการทดลองวิทยาศาสตร์ ที่มีของแปลกๆ					
32	การทดลองของข้าพเจ้าต้องสอดคล้องกับทฤษฎีเท่านั้น					
33	เมื่อข้าพเจ้านำข้อมูลจากหลายๆ คนมาใช้เกิดความวุ่นวาย					
34	ข้าพเจ้าจะหาคำตอบด้วยตนเองเสมอ					
35	ข้าพเจ้าจะขอคำแนะนำจากครูหรือเพื่อนทุกครั้งที่สงสัย					
36	ข้าพเจ้าจะรีบทำงานให้เสร็จทันเวลาที่กำหนด					
37	การทดลองทางวิทยาศาสตร์ทำให้ข้าพเจ้าได้ความรู้ใหม่					
38	ข้าพเจ้าชอบการไปทัศนศึกษานอกโรงเรียนทำให้เกิด ความรู้มากกว่าในห้องเรียน					
39	ข้าพเจ้ามักจะตั้งคำถามให้กับตนเองและหาคำตอบอยู่เสมอ					
40	ข้าพเจ้ารู้สึกว่าการค้นคว้าที่น่าเบื่อหน่าย					

ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์

ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์

ชื่อ ชื่อสกุล	นางนภาพรณี หวานชม
วันเดือนปีเกิด	18 ธันวาคม 2521
สถานที่เกิด	ตำบลป่าชะ อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก
สถานที่ปัจจุบัน	34 หมู่ 11 ตำบลป่าชะ อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	อาจารย์
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2539	มัธยมศึกษาตอนปลาย จาก โรงเรียนบ้านนา “นายกพิทยากร” จังหวัดนครนายก
พ.ศ. 2545	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) เอกฟิสิกส์ จาก มหาวิทยาลัยรามคำแหง
พ.ศ. 2554	กศ.ม. (เอกการมัธยมศึกษา) การสอนวิทยาศาสตร์ จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ