

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์

สารนิพนธ์
ของ
กุลธิดา พลเยี่ยม

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

ตุลาคม 2552

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์

สารนิพนธ์
ของ
กุลธิดา พลเยี่ยม

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
ตุลาคม 2552

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์

บทคัดย่อ
ของ
กุลธิดา พลเยี่ยม

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

ตุลาคม 2552

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

กุลธิดา พลเยี่ยม. (2552). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ:
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์: รองศาสตราจารย์ ดร.ชุติมา วัฒนะคีรี.

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552
โรงเรียนราชประชานุเคราะห์ ฝายมัธยม รัชดาภิเษก ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 50 คน ด้วยวิธีการ
สุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ซึ่งได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์ ดำเนินการโดยใช้
แบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest - Posttest Design เครื่องมือที่ใช้เป็นแผนการจัดการเรียนรู้
ด้วยเกมวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นแบบเลือกตอบ จำนวน 5 ตัวเลือก
เรื่อง ระบบนิเวศ โดยแบ่งเป็น 4 ด้าน ได้แก่ ความรู้ - ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการ
และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แบบเขียนตอบ 3 ข้อ โดยแบ่งเป็น 3 ด้าน ได้แก่
ความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ การ
วิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีทางสถิติ t-test แบบ dependent Sample ในรูป Difference Score

ผลการวิจัย พบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียน
สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์ มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน
สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

A STUDY ON THE ACHIEVEMENT AND SCIENTIFIC CREATIVE THINKING
OF MATHAYUMSUKSA III STUDENTS THROUGH THE USE OF SCIENCE GAME

AN ABSTRACT
BY
KULTIDA POLYIAM

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

October 2009

Kultida Polyiam. (2009). *A study on the achievement and scientific creative thinking of Mathayomsuksa III students through the use of science game*. Master's Project, M.Ed. (Secondary Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Project Advisor: Committee: Assoc. Prof. Dr. Chutima Vatanakhiri.

The purposes of this research was to study on the achievement and scientific creative thinking of Mathayomsuksa III students through the use of science game.

The samples used in this research were 50 Matthayomsuksa III students at Rajprachasamasai Phaimathayom Rachadaphisek School (Secondary), in the first, semester of the 2009 academic year. The Randomized Control Group Pretest-Posttest Design was used in this research. Instruments used in this research were the lesson plan with science game, science achievement tests, 5 check lists there were 4 parts of ecosystem, consisted knowledge-memory, comprehension application and skill - process , scientific creative thinking tests; there were 3 parts of ecosystem, consisted fluency, flexibility and originality. The data were analyzed by t-test for Dependent sample (Difference Score).

The results of this study indicated that :

1. The students through the use of science game. Have achievement in science after learning to the students were significantly higher than before learning taught at the .01 level.
2. The students through the use of science game. Have scientific creative thinking in science after learning to the students were significantly higher than before learning taught at the .01 level.

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ประธานคณะกรรมการการบริหารหลักสูตร และคณะกรรมการสอบ
ได้พิจารณาสารนิพนธ์เรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์ ของ กุลธิดา พลเยี่ยม
ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา
การมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนศิริ)

ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนศิริ)

คณะกรรมการสอบ

ประธาน

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนศิริ)

กรรมการสอบสารนิพนธ์

.....
(อาจารย์ ดร.ราชันย์ บุญธิมา)

กรรมการสอบสารนิพนธ์

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สนธยา ศรีบางพลี)

อนุมัติให้รับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

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

วันที่ เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2552

ประกาศคุณูปการ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้เป็นอย่างดีด้วยความกรุณาและให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางในการทำวิจัยจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนาศรี อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ อาจารย์ ดร.ราชันย์ บุญธิมา และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สนั่นยา ศรีบางพลี คณะกรรมการสอบสารนิพนธ์ ผู้ซึ่งให้คำแนะนำช่วยเหลือตลอดจนตรวจ แก้ไขงานวิจัยให้มีคุณภาพ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สนั่นยา ศรีบางพลี อาจารย์ภาณี สังข์ลีลา และอาจารย์กุลนิษฐ์ เบญจวรรณ ที่เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ตลอดจนให้คำปรึกษาและให้คำแนะนำ แก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการโรงเรียน คณะครูอาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของ โรงเรียนราชประชาสามาลัย ฝ่ายมัธยม รัชดาภิเษก ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดสมุทรปราการทุกท่านที่อำนวยความสะดวกและให้ความช่วยเหลือในการจัดทำเครื่องมือและดำเนินการทดลองเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณเพื่อนสนิทปริญญาโท สาขากรรมศาสตร์ศึกษา (การสอนวิทยาศาสตร์) ที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจ ด้วยดีเสมอมา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อธีระ วีระประเสริฐ คุณแม่กัลยา วีระประเสริฐ และครอบครัวของผู้วิจัย ที่ให้กำลังใจอย่างสูงในการทำสารนิพนธ์ให้สำเร็จ ผู้เป็นกำลังใจสนับสนุนแก่ผู้วิจัยจนประสบผลสำเร็จและ ผู้วิจัย จักรำลึกถึงพระคุณของทุกท่าน คุณค่าและประโยชน์ใดๆ ที่พึงมีจากสารนิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบให้เป็นเครื่องบูชา พระคุณของบิดา มารดา ครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้วิจัย

กุลธิดา พลเยี่ยม

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	3
ความสำคัญของการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	6
สมมติฐานในการวิจัย.....	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์.....	7
ความหมายของเกมและเกมวิทยาศาสตร์.....	8
คุณค่าและประโยชน์ของเกมวิทยาศาสตร์.....	9
ลักษณะของเกมวิทยาศาสตร์.....	11
การจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์.....	14
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์.....	17
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์.....	18
ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	18
การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์.....	18
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	20
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์.....	24
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์.....	27
ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์.....	27
องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์.....	28
พัฒนาการทางความคิดสร้างสรรค์ระดับมัธยมศึกษา.....	30
การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์.....	31
หลักในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์.....	31
อุปสรรคของความคิดสร้างสรรค์.....	33
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์.....	36

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	38
การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	38
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย.....	38
แบบแผนการทดลอง.....	39
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	39
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	45
การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	45
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	50
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	50
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	50
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	53
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	53
สมมติฐานในการวิจัย.....	53
วิธีดำเนินการวิจัย.....	53
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย.....	54
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	54
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	54
วิเคราะห์ข้อมูล.....	55
สรุปผลการวิจัย.....	55
อภิปรายผลวิจัย.....	55
ข้อเสนอแนะ.....	58
บรรณานุกรม.....	59

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก	65
ภาคผนวก ข	69
ภาคผนวก ค	73
ภาคผนวก ง	77
ภาคผนวก จ	80
ภาคผนวก ช	87
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	117

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงแบบแผนการทดลอง.....	39
2 เกมวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้.....	41
3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์ โดยใช้สถิติ t - test แบบ Dependent Samples.....	51
4 การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์ โดยใช้สถิติ t - test แบบ Dependent Samples.....	52
5 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ.....	70
6 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ	71
7 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศ.....	72
8 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 30 ข้อ.....	74
9 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์.....	78
10 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์.....	79
11 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้สถิติ t-test แบบ dependent Samples ในรูป Difference Score.....	81
12 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้สถิติ t-test แบบ dependent Samples ในรูป Difference Score.....	84

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการทำวิจัย.....	6

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคน ทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานนอกพื้นที่ต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์ และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัยค้นคว้า มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม

ความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาการต่าง ๆ ของโลกยุคปัจจุบัน มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงด้านเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2545 :1) การศึกษาจึงเป็นเครื่องมือในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ ซึ่งเป็นพื้นฐานอันสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจและเป็นเครื่องชี้นำสังคมให้ก้าวทันต่อความเจริญก้าวหน้าของโลก ผู้ที่ได้รับการศึกษาจึงเป็นบุคคลที่มีคุณภาพและเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศ การศึกษาไทยในยุคปัจจุบันผู้สอนต้องจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง และตอบสนองการเรียนรู้ในทุกช่วงวัยในลักษณะการศึกษาตลอดชีวิต ตามหมวด 4 มาตรา 22 การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคน มีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ ส่งเสริมให้เยาวชนไทยได้เรียนรู้หรือปฏิบัติในสิ่งที่ตรงกับความถนัด ความสนใจและความต้องการ เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสนใจใฝ่เรียนรู้ ตลอดจนเป็นการพัฒนาความรู้ความสามารถและเปิดโอกาสให้แสดงศักยภาพอย่างเต็มที่ ทำให้เกิดการพัฒนาก้าวหน้าทางด้านร่างกาย จิตใจและอารมณ์อย่างสมบูรณ์ ซึ่งเป็นการสร้างเยาวชน ที่เป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศให้มีศักยภาพ แต่เยาวชนไทยตั้งแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบันยังขาดความสามารถในการคิดเชิงสร้างสรรค์ ไม่กล้าแสดงความคิดเห็น การเรียนยังมีลักษณะท่องจำ จึงไม่เกิดการสร้างสรรค์ความรู้ใหม่ อันอาจมีสาเหตุมาจากการไม่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสนใจ ความถนัดและความต้องการของตน ผู้สอนขาดความเข้าใจในการจัดกิจกรรมที่พัฒนาศักยภาพการเรียนรู้ รวมทั้งจัดกิจกรรมที่ไม่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ทำให้ไม่สามารถดึงศักยภาพที่แท้จริงของผู้เรียนออกมาได้

การศึกษาประเทศไทยกำลังเผชิญแนวทางการศึกษาไทยในปัจจุบันมุ่งให้ผู้เรียนเป็นคนที่สมบูรณ์ได้ทั้งความรู้ ทักษะ และคุณธรรมจริยธรรม เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญสู่การเป็นคนดี คนเก่ง และมีความสุข การจัดการเรียนรู้มุ่งให้ผู้เรียน

มีส่วนร่วมได้คิด ได้ปฏิบัติ ได้แสดงออกตามธรรมชาติและส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ให้เต็มขีดความสามารถของผู้เรียน การจัดการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และลดการท่องจำ จะต้องจัดให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในกลุ่ม มีการอภิปรายและแสดงความคิดเห็นร่วมกัน มีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวผู้เรียนเอง และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้หรือที่เรียกกันว่า การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

การสอนด้วยเกมเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ที่เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในกลุ่ม มีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวผู้เรียนเอง สนุกสนานและตื่นตัวในการทำกิจกรรม ลดความเครียด กิจกรรมที่กระตุ้นความสนใจ เกิดความอยากรู้อยากเห็น อยากลงมือกระทำด้วยตนเอง โดยจัดให้มีบรรยากาศการเรียนรู้ที่หลากหลาย แปลกใหม่ ให้ความรู้สึกที่แตกต่างจากการเรียนในห้องเรียน ดึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้เห็นชัดเจน ฝึกกระบวนการคิดที่ผู้เรียนสามารถค้นพบองค์ความรู้ภายใต้กิจกรรมดังกล่าวที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตนตามธรรมชาติเต็มศักยภาพอย่างแท้จริง และดำรงชีวิตในสังคมได้อย่างมีความสุข

การเล่นทำให้ผู้เรียนได้ฝึกความสามารถในการรับรู้และเสริมสร้างความคิดหลาย ๆ มุมมอง เช่น การรับรู้ concept ใหม่ ๆ ความคิดสร้างสรรค์ ตลอดจนฝึกความจำ ทำให้ผู้เรียนได้มีโอกาสสร้างสมประสบการณ์ให้กับตนเองเพื่อเรียนรู้และรับรู้สิ่งแวดล้อมและสิ่งซึ่งไม่มีใครสอบเขาได้ การเล่นเป็นวิธีการที่จะช่วยให้เด็กสามารถปรับตัว และเปลี่ยนแปลงความคิด ช่วยให้เด็กได้มีโอกาสตอบสนองความต้องการของตนเอง นำเด็กไปสู่การค้นพบ ทำให้เด็กเกิดความรู้สึกอิสระ สนุกสนานเพลิดเพลินและพร้อมที่จะดำเนินกิจกรรมซ้ำได้เมื่อเกิดความพอใจและสนใจ โดยไม่ต้องมีสิ่งอื่นมากระตุ้นไม่ว่าการให้รางวัลหรือการลงโทษ เด็กอาจเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอยู่เสมอ ซึ่งเป็นการแสดงความก้าวหน้าในระดับสติปัญญาและความคิดของเด็ก จะเห็นได้ว่าการเล่นมีความสำคัญต่อการพัฒนาการเรียนรู้ของเด็กเป็นอย่างมาก จึงควรนำเกมมาใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจในหลักวิทยาการ และเรียนรู้กระบวนการอย่างลึกซึ้ง โดยให้ผู้เรียนเล่นภายใต้ข้อตกลงหรือกติกาที่กำหนด ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์ความรู้สึกนึกคิดและพฤติกรรมต่างๆ นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้ด้วยเกมช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความสนุกสนานในการเรียนอีกด้วย

การเล่นเป็นกิจกรรมหนึ่งที่ส่งเสริมกระบวนการทำงานและการอยู่ร่วมกันกับเพื่อนในสังคม ร่วมมือกัน เพื่อทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ตามกติกาที่ตกลงกัน สื่อหรืออุปกรณ์ การเล่นที่กำหนดไว้ และการกำหนดระบบการให้คะแนน หรือวิธีการตัดสินผู้ชนะหรือผู้แพ้ จากวิธีการที่กล่าวมาเป็นวิธีการส่งเสริมพัฒนาผู้เรียนในทุกๆด้าน และยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนฝึกคิดหาเหตุผล ส่งเสริมความเข้าใจอันดีระหว่างบุคคล และก่อให้เกิดความร่วมมือในการแก้ปัญหา ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เกิดความอบอุ่น มีความมั่นใจและมั่นคงทางจิตใจของตนเอง การใช้เกมในการเรียนการสอนต้องพิจารณาหลายๆด้านและให้สอดคล้องกับเนื้อหา จุดประสงค์ ชนิดการเรียนรู้ อย่างถ่องแท้ และที่สำคัญก็คือผู้เล่นสามารถบรรลุวัตถุประสงค์นั้นด้วย เกมที่มีวิธีการเล่นที่ทำให้ผู้เล่นได้ฝึก ได้ย้ำ ได้ทบทวน ในสิ่งที่เรียนได้บ่อยครั้ง สัมผัสจับต้องได้ จะทำให้ผู้เรียนสามารถจดจำเนื้อหาแน่นได้ดีและนานขึ้น

จากที่กล่าวมาแล้วนั้นจะเห็นว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมทำให้ผู้เรียนหรือผู้เล่น เกิดความสนุกสนาน เพลิดเพลิน ไม่น่าเบื่อเร้าความสนใจใคร่รู้ใฝ่เรียนตลอดเวลาทุกครั้งที่ผู้เรียนอยากจะเรียนหรือเล่น เกมจะช่วย กระตุ้นให้เด็กเกิดการเรียนรู้เป็นสื่อการสอนที่จะทำให้เด็กเกิดแรงจูงใจที่จะเรียนมากขึ้น จึงเป็นหนทางหนึ่ง ที่ช่วยแก้ปัญหาผลการเรียนและเสริมสร้างพลังความคิดสร้างสรรค์ซึ่งส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ อย่างไร อีกทั้งยังสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปปรับใช้ให้เกิด ประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต เพื่อพัฒนาตนเองและสังคมต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์
2. เพื่อศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์

ความสำคัญของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผลของการวิจัยที่ได้ จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับครูผู้สอนในการจัดสร้าง และใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อเสริมสร้างพัฒนาการทางการเรียนและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนราชประชานุเคราะห์ ฝายมัธยม รัชดาภิเษก ในพระบรมราชูปถัมภ์ ตำบลบางจาก อำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ ปีการศึกษา 2552 ทั้งหมด 7 ห้อง จำนวน 315 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/12 โรงเรียนราชประชานุเคราะห์ ฝายมัธยม รัชดาภิเษก ในพระบรมราชูปถัมภ์ ตำบลบางจาก อำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 50 คน ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยวิธีจับฉลากจากจำนวนนักเรียน 7 ห้องเรียน มา 1 ห้อง ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 50 คน

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 โดยใช้เวลาดทดลองรวม 12 ชั่วโมง

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์
2. ตัวแปรตาม ได้แก่
 - 2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งเป็น 4 ด้าน คือ
 - 2.1.1 ด้านความรู้-ความจำ
 - 2.1.2 ด้านความเข้าใจ
 - 2.1.3 ด้านการนำไปใช้
 - 2.1.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 2.2 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
 - 2.2.1 ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์
 - 2.2.2 ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์
 - 2.2.3 ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **การจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์** คือ การเรียนผ่านกิจกรรมการเล่นเกมที่มึเนื้อหาสาระที่เกี่ยวข้องกับเรื่องระบบนิเวศ ซึ่งเป็นการนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการตัดสินใจ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูลและทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปด้วยกระบวนการกลุ่มเพื่อเสริมสร้างเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน โดยแบ่งกิจกรรมออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้
 - ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมการ คือ การเตรียมวิธีการอธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจในกฎกติกาในการเล่น และเตรียมสิ่งที่ต้องใช้ในการเล่นเกม พร้อมทั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการเล่นให้ครบก่อนเข้าห้องเรียน
 - ขั้นที่ 2 ขั้นกล่าวนำ คือ กล่าวนำเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ทางวิทยาศาสตร์ในการเล่น อธิบายกฎ กติกา ขั้นตอนในการเล่นและสิ่งที่ใช้ในการเล่นให้ผู้เรียนเข้าใจ สาธิตการเล่น โดยเฉพาะเกมที่ยาก มีความสลับซับซ้อน ให้ผู้เรียนเข้าใจวิธีการเล่นให้กระจ่างเสียก่อน
 - ขั้นที่ 3 ขั้น “เล่น” คือ การให้ความร่วมมือ สนับสนุน ดูแลความเรียบร้อยขณะผู้เรียนเล่นเกม
 - ขั้นที่ 4 สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้มา คือ ผู้เรียนสรุปประสบการณ์การเรียนรู้ที่ได้จากการเล่นเกม ความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนได้นำเสนอกัน เพื่อตรวจสอบสาระทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนได้รับ ค้นหาสิ่งที่ผู้เรียนเข้าใจผิด คลาดเคลื่อน เพื่อแก้ไขความเข้าใจให้ถูกต้อง
 - ขั้นที่ 5 ทำกิจกรรมประเมินผลความเข้าใจ คือ ผู้เรียนทำกิจกรรมวัดผลประเมินผลความเข้าใจ หลังเล่นเกมเสร็จ โดยใช้กิจกรรมรูปแบบอื่น

2. เกมวิทยาศาสตร์ หมายถึง เกมที่มีกฎหรือกติกาในการเล่น เป็นเกมที่นำทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล และทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปในการเรียนรู้อัตโนมัติ เรื่อง ระบบนิเวศ ในลักษณะของเกมปริศนาคำ (Puzzle) ซึ่งประกอบไปด้วยเกมย่อย ต่อไปนี้

เกมตะลุยแดนมหัศจรรย์ (เกมค้นหาคำศัพท์)	ความหมายของระบบนิเวศ
เกมปริศนาคำ (เกมซูโดกุ)	โครงสร้างของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ
เกม you & me (เกมจับคู่)	ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ
เกม food chain-web (เกมค้นหาคำศัพท์)	การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ
เกม Cycle (เกมอักษรไขว้)	วัฏจักรของสาร

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้อัตโนมัติ เรื่อง ระบบนิเวศ ซึ่งประกอบไปด้วยหน่วยการเรียนรู้ย่อย ได้แก่ ความหมายของระบบนิเวศ โครงสร้างของสิ่งมีชีวิตภายในระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ร่วมกันในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน วัฏจักรของสาร ซึ่งพิจารณาจากคะแนนจากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยวัดความสามารถด้านต่างๆ 4 ด้าน ดังนี้ สสวท. (2546:11)

1. ด้านความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนมาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง คำศัพท์ หลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์
2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย จำแนก ขยายความและแปลความรู้โดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อตกลง นิยามศัพท์ หลักการ แนวความคิด กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์
3. ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการค้นคว้าหาความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆ ที่แตกต่างออกไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือ การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
4. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการสืบเสาะหาความรู้โดยผ่านการปฏิบัติและการฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบจนเกิดความคล่องแคล่วชำนาญสามารถเลือกกิจกรรมต่างๆได้อย่างเหมาะสม สำหรับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย ทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูลและทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

4. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์มาคิดได้กว้างไกลหลายทิศทาง ดัดแปลง ประยุกต์ ผสมผสานเป็นความคิดแปลกใหม่และมีคุณค่า ซึ่งความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วยความคิด 3 ลักษณะ คือ (ชาญณรงค์ พรุ่งโรจน์. 2546: 5 ; อ้างอิงจาก Guilford. 1976)

1. ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการนำหลักการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการคิดตอบสนองต่อปัญหาหรือเหตุการณ์ได้จำนวนมากที่สุดในเวลาจำกัด

2. ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการนำหลักการทางวิทยาศาสตร์มาปรับสภาพความคิด โดยการนำความคิดค่องงทางวิทยาศาสตร์มาจัดเป็นหมวดหมู่โดยใช้หลักเกณฑ์ได้หลากหลายมากที่สุด

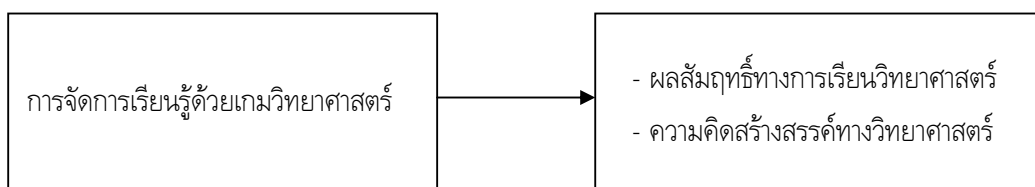
3. ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการนำหลักการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการคิดตอบสนองต่อเหตุการณ์หรือปัญหาโดยเป็นความคิดแปลกใหม่แตกต่างไปจากความคิดของคนอื่น ไม่ซ้ำกับคนส่วนใหญ่เป็นความคิดที่คาดไม่ถึง

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ได้สร้างกรอบแนวคิดการวิจัย ดังนี้

ตัวแปรอิสระ

ตัวแปรตาม



สมมุติฐานในการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์
 - 1.1 ความหมายของเกมวิทยาศาสตร์
 - 1.2 คุณค่าและประโยชน์ของเกมวิทยาศาสตร์
 - 1.3 ลักษณะของเกมวิทยาศาสตร์
 - 1.4 การจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์
 - 1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมวิทยาศาสตร์
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
 - 2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 2.2 การวัดและประเมินผลทางการเรียนวิทยาศาสตร์
 - 2.3 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
 - 3.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์
 - 3.2 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
 - 3.3 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์
 - 3.4 พัฒนาการทางความคิดสร้างสรรค์ระดับมัธยมศึกษา
 - 3.5 การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
 - 3.6 หลักในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์
 - 3.7 อุปสรรคของความคิดสร้างสรรค์
 - 3.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์

1.1 ความหมายของเกมและเกมวิทยาศาสตร์

New standard encyclopedia. (1969: G - 2) ให้ความหมายไว้ว่า เกม หมายถึง กิจกรรมที่สนุกสนาน มีกฎเกณฑ์ กติกา ซึ่งมีทั้งเกมที่เล่นคนเดียว สองคน หรือเล่นเป็นกลุ่ม บางเกมก็เล่นเพื่อผ่อนคลายความตึงเครียด เพื่อความสนุกสนาน บางเกมก็กระตุ้นการทำงานของร่างกายและสมอง บางเกมก็ฝึกทักษะบางส่วนของจิตใจเป็นพิเศษ

Drumheller. (1976: 13) ได้สรุปว่า เกม เป็นกิจกรรมที่ถูกจัดขึ้น ภายใต้ข้อตกลงที่มีจุดมุ่งหมายแน่นอน และเป็นวิธีหนึ่งซึ่งส่งเสริมให้เด็กเกิดการเรียนรู้ และได้ให้ความหมายของเกมว่า เป็นการแข่งขันระหว่างคู่แข่งซึ่งเล่นเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มก็ได้ เล่นตามกติกาที่กำหนดให้ถึงจุดหมายของเกมที่ตั้งไว้

Hounshell Trollinger. (1977: 235) ให้คำนิยามของเกมว่า เป็นกิจกรรมที่มีกติกาบังคับอยู่ และเป็นกติกาที่ใช้เป็นวิธีประเมินความสำเร็จในการเล่นของผู้เล่นได้

Reese (1977: 19) ได้กล่าวว่า เกมเป็นโครงสร้างหนึ่งของกิจกรรม ซึ่งกำหนดกฎเกณฑ์ในการเล่น อาจมีผู้เล่นสองคนหรือมากกว่าสองคนขึ้นไป เล่นเพื่อบรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ ซึ่งการนำเกมมาใช้ในการเรียนการสอนอาจทำได้หลายวิธี คือเป็นวิธีการสอน นำเข้าสู่บทเรียน เป็นอุปกรณ์ประกอบการเรียนและเป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนเล่นในเวลาว่างเป็นการใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์

วิมลศิริ ร่วมสุข (2522: 68) ให้ความหมายว่า เกม หมายถึง ระบบการแข่งขันที่มีผู้เล่นตั้งแต่สองคนขึ้นไป ผู้เล่นจะต้องเล่นตามกฎเกณฑ์ที่กำหนด และเมื่อสิ้นสุดลงแล้วก็จะมีการตัดสินแพ้ - ชนะ วิธีการสอนด้วยเกม หมายถึง วิธีสอนที่นำเอาเกมการแข่งขันต่างๆ มาใช้ประกอบการสอน เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจและสนุกสนานไปกับบทเรียน

ทิศนา แชมมณี และคณะ (2525: 20) ให้คำอธิบายว่า เกม เป็นวิธีการหนึ่งซึ่งสามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนได้ดี โดยครูผู้สอนสร้างสถานการณ์สมมติขึ้นให้ผู้เรียนได้เล่นด้วยตนเอง ภายในข้อตกลงหรือกติกาที่กำหนดให้ ซึ่งผู้เรียนจะต้องตัดสินใจอย่างใดอย่างหนึ่งอันจะมีผลออกมาในรูปของการแพ้ - ชนะ วิธีการนี้ช่วยให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์ความรู้สึกนึกคิดและพฤติกรรมต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจ นอกจากนี้ยังช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนุกสนานในการเรียน

เยาวนา เตชะคุปต์ (2526: 53) ได้กล่าวว่า เกม เป็นกิจกรรมที่มีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับการสร้างความสนใจและสร้างความสนุกสนาน การเล่นเกมเป็นวิธีการหนึ่งซึ่งส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ ช่วยพัฒนาทักษะต่างๆ รวมทั้งการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็กอีกด้วย

สุนันท์ สังข์อ่อง (2533: 2) กล่าวว่า เกม คือ กิจกรรมอย่างหนึ่งซึ่งประกอบด้วยกติกา (กฎ) ผู้เล่น และการแข่งขัน การเล่นเกมจะแพ้หรือชนะขึ้นอยู่กับจังหวะ โอกาสและทักษะของผู้เล่นเอง การใช้เกมประกอบการเรียนการสอนนั้นสามารถใช้ได้กับเด็กทุกวัย แต่สิ่งที่ควรระวัง คือ เกมนั้นควรเหมาะสมกับความสามารถและวัยของเด็ก

ลัดดาวัลย์ กัณหสุวรรณ (2535: 21) ให้ความหมายของเกมวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง กิจกรรมซึ่งมีกติกาบังคับและกติกานั้นใช้วิธีประเมินความสำเร็จในการเล่น และสามารถสอนแนวคิด หลักการทางวิทยาศาสตร์ ความจริง เจตคติและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

พรเพ็ญ หลักคำ (2535: 13) กล่าวว่า เกมวิทยาศาสตร์ หมายถึง กิจกรรมใดๆ ที่ผู้เล่นต้องเล่นตามกฎ กติกาที่กำหนด และต้องเป็นการเล่นที่ผู้เล่นได้เรียนรู้กฎเกณฑ์ แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้จะมีการประเมินผลสำเร็จของผู้เล่น การเล่นเกมทางวิทยาศาสตร์อาจมีการแข่งขันแพ้ชนะหรือไม่ก็ได้

ดังนั้นจากการให้ความหมายของเกมข้างต้น จึงอาจกล่าวโดยสรุปว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเล่นและแข่งขันกันอย่างมีจุดหมายภายใต้กฎ กติกาการเล่นที่มีเนื้อหาสาระที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เป็นการนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการตัดสินใจ เสริมสร้างเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน

1.2 คุณค่าและประโยชน์ของเกมวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์ เป็นวิชาที่ผู้เรียนส่วนมากรู้สึกว่ายากต่อการเข้าใจ มีเนื้อหาซับซ้อน มีศัพท์วิชาการมากมายและยังเป็นนามธรรม เวลาเรียนต้องใช้จินตนาการเป็นอย่างมาก ทำให้การเรียนวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่น่าเบื่อสำหรับผู้เรียนหลายๆ คน ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำและมีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิทยาศาสตร์ จึงมีการใช้เกมวิทยาศาสตร์ (Scientific games) เป็นสื่อในกิจกรรมการเรียนการสอน เพราะนอกจากทำให้ผู้เรียนรู้สึกเพลิดเพลินสนุกสนานแล้ว ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ผ่านทางตัวเกมได้ด้วย จึงถือได้ว่า เกมวิทยาศาสตร์เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ช่วยพัฒนาทักษะการเรียนรู้ ด้านการอ่าน การสื่อสาร ความร่วมมือ การแก้ปัญหา การตัดสินใจ

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้นไม่จำเป็นต้องมุ่งสอนเฉพาะเนื้อหาตามหลักสูตรในเวลาเท่านั้น ผู้สอนควรหากิจกรรมต่างๆ มาส่งเสริมผู้เรียนให้เกิดความสนใจเป็นพิเศษ ให้เกิดความอยากรู้อยากเห็น และที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งก็คือการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนได้สามารถนำไปใช้ในกระบวนการศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตัวเอง

คุณค่าของการใช้เกมวิทยาศาสตร์ประกอบการเรียนการสอน

การนำเกมที่มีประสิทธิภาพมาใช้ให้สอดคล้องกับบทเรียนและวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้นั้น สมจิต สวชนไพบูลย์ (2526: 129-134) จัดไว้ว่าเป็นเทคนิคการสอนวิทยาศาสตร์อย่างหนึ่งด้วยเหตุผลดังต่อไปนี้

1. นักเรียนสามารถเรียนรู้ข้อเท็จจริง มีแนวคิด หลักการ กฎ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ได้จากเกม
2. เกมมีส่วนช่วยให้ผู้เรียนรู้จักตัดสินใจ ทั้งยังช่วยให้เกิดทักษะในการคิดแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว
3. เกมช่วยให้นักเรียนเข้าใจและจำบทเรียนได้ดีขึ้น
4. เกมช่วยให้นักเรียนผ่อนคลายความตึงเครียดและกระตุ้นให้เกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียน

การสอนวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบในการเรียนการสอนที่ควรคำนึงถึงประการหนึ่งก็คือ บรรยากาศในการเรียน ผู้สอนที่จะได้รู้จักสร้างบรรยากาศให้นักเรียน ไม่ตึงเครียด ในทางตรงข้ามควรทำให้บรรยากาศสนุกสนานเป็น

กันเองอันจะก่อให้เกิดความสุขแก่ผู้เรียน ซึ่งสิ่งนี้เป็นปัจจัยอย่างหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และช่วยให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างราบรื่นอันนำไปสู่ความสำเร็จตามจุดมุ่งหมาย ยิ่งกว่านั้นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ไม่จำเป็นต้องมุ่งสอนเฉพาะแต่เนื้อหาสาระเท่านั้น ผู้สอนเองควรหากิจกรรมต่างๆ มาส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสนใจพิเศษให้เกิดความอยากรู้อยากเห็น และที่สำคัญก็คือการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนนำไปใช้ในการศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง

ผู้วิจัยหลายท่านได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับคุณค่าการนำเกมมาใช้ประกอบการเรียนการสอน เช่น ลัดดาวัลย์ กัณหสุวรรณ (2530: 28) กล่าวว่ากิจกรรมอย่างหนึ่ง ที่ผู้สอนสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียนคือ การใช้ของเล่นและเกมทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เพราะของเล่นและเกมมีคุณประโยชน์หลายประการ กล่าวคือ

1. ของเล่นและเกมต่างๆ สามารถให้ความรู้เกี่ยวกับหลักความจริงโดยทั่วไป และความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้เช่นเดียวกับเทคนิคการสอนอื่นๆ
2. ของเล่นและเกมช่วยให้ผู้เรียนรู้จักคิด รู้จักการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล ทั้งยังช่วยให้เกิดทักษะในการคิดแก้ปัญหาอย่างรวดเร็วและถูกต้องดีขึ้นด้วย
3. ของเล่นและเกมช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจแนวความคิดหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้นและจดจำได้นาน
4. ของเล่นและเกมช่วยให้ผู้เรียนผ่อนคลายความตึงเครียดในการเรียน ทำให้เกิดความสนุกสนานเพลิดเพลิน ทั้งยังปลูกฝังความรู้สึกที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์พร้อมทั้งช่วยให้ผู้เรียนเล็งเห็นคุณค่าของการเรียนวิทยาศาสตร์ด้วย

สมจิต สวธน์ไพบุลย์ (2526: 129-134) ได้กล่าวว่าคุณค่าของการนำเกมมาใช้ในการเรียนการสอนไว้ดังนี้

1. เพื่อช่วยสื่อความหมายระหว่างครูกับนักเรียนในกิจกรรมการเรียนการสอน
2. ช่วยส่งเสริมและฝึกฝนการตัดสินใจในการปฏิบัติตามกติกาแก่นักเรียน
3. ก่อให้เกิดความสนุกสนานเพลิดเพลิน
4. เป็นการฝึกความจำและเสริมสร้างความเข้าใจในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์
5. ช่วยให้นักเรียนรู้จักปรับตัว กล้าพูด กล้าแสดง มีน้ำใจนักกีฬา
6. เป็นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แก่นักเรียน
7. เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์

พรเพ็ญ หลักคำ (2535: 15) ได้กล่าวเกี่ยวกับคุณค่าของเกมและนำเกมมาใช้ในการเรียนการสอนไว้ดังนี้

1. เกม สถานการณ์จำลองช่วยในด้านจิตพิสัย (Affective Domain) คือขณะเล่น นักเรียนได้มีการปะทะสัมพันธ์อย่างมีจุดหมาย (Purposeful Interaction) ฝึกการตอบสนอง และอยู่ในบรรยากาศเป็นกันเอง ฝึกวิเคราะห์ร่วมกิจกรรมกับผู้อื่น ตัดสินใจด้วยตนเอง นอกจากนี้ยังช่วยให้นักเรียนที่มีความสามารถต่างกัน ทำงานร่วมกันได้เป็นอย่างดี

2. เกมต่างๆสามารถสอนเกี่ยวกับความจริงและให้ความรู้เช่นเดียวกับเทคนิคการสอนแบบอื่นๆ

3. เกมช่วยฝึกให้ผู้เรียนตัดสินใจทั้งยังช่วยให้เกิดทักษะการแก้ปัญหา

4. เกมช่วยให้เข้าใจและจำบทเรียนได้ดีขึ้น

5. เกมช่วยผ่อนคลายความตึงเครียด เกิดความสนุกสนานเพลิดเพลิน และกระตุ้นให้เกิด

ความรู้สึกที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์

6. เกมมีข้อได้เปรียบกว่าการสอนอื่นๆ คือ ความสนุกสนานทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนมากที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนที่มีผลการเรียนไม่ค่อยดีนัก เกมจะช่วยกระตุ้นให้เด็กเหล่านั้นสนใจการเรียนมากขึ้น

จากคำกล่าวของนักวิชาการและนักวิจัยบางท่านทำให้เราสามารถสรุปคุณค่าของการใช้เกมวิทยาศาสตร์ประกอบการเรียนการสอน ได้ดังนี้

1. ทำให้เข้าใจบทเรียนที่ซับซ้อนได้ง่ายขึ้นในเวลาอันสั้น

2. พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ทุกคนมีส่วนร่วม

4. ใช้ได้ทุกขั้นตอนของการเรียนการสอน

5. ส่งเสริมการทำงานเป็นกลุ่ม ความสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและผู้เรียนกับผู้สอน

6. ใช้ได้กับผู้เรียนทุกระดับและทุกความสามารถ

7. ส่งเสริมความสามารถในการจดจำและฝึกการแก้ปัญหา

8. มีโอกาสสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนได้อย่างใกล้ชิด

9. เพิ่มความสนุกสนาน สร้างความกระตือรือร้น สร้างแรงจูงใจ สร้างบรรยากาศในการเรียน

และส่งเสริมสมาธิในการเรียน

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับคุณค่าและประโยชน์ของเกมวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า เกมวิทยาศาสตร์ (Scientific games) เป็นสื่อในกิจกรรมการเรียนการสอน ที่ทำให้ผู้เรียนรู้สึกเพลิดเพลินสนุกสนานกับเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ผ่านทางตัวเกม สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ช่วยพัฒนาทักษะการเรียนรู้ ด้านการอ่าน การสื่อสาร ความร่วมมือ การแก้ปัญหา การตัดสินใจให้กับผู้เรียน

1.3 ลักษณะของเกมวิทยาศาสตร์

เกมที่วางขายด้วยเหตุผลทางการตลาดนั้นเชื่อว่าทุกชิ้นจะมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เสมอไป ของเล่นบางชิ้นราคาแพงน่าเล่น แต่พอเมื่อเล่นแล้วผู้เล่นเกิดเฉพาะความสนุกสนานอย่างเดียว ไม่เกิดความหมายทางการศึกษาวิทยาศาสตร์ ที่เป็นเช่นนี้เพราะว่าเกมบางชนิดมีเพียงคำแนะนำวิธีการเล่นเท่านั้น ไม่มีการแนะนำให้คิด ให้สังเกต ให้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เมื่อเป็นเช่นนั้นแล้วเกมจะไม่ให้คุณค่าทางวิทยาศาสตร์แต่อย่างใด เกมนั้นจะมีความหมายแค่ฝึกผู้เล่นให้ทำตามคำสั่งเท่านั้น ผู้สอนจึงควรตระหนักและคำนึงถึงเรื่องนี้ให้มากๆ

เกมวิทยาศาสตร์ เป็นเกมการศึกษา (Academic Games) เป็นเกมที่จัดขึ้นเพื่อประโยชน์ด้านการเรียนการสอนหรือในด้านการศึกษา ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.1 เกมสถานการณ์จำลอง (Simulation Games) เป็นเกมที่จัดขึ้นโดยการกำหนดบทบาทลักษณะท่าทางต่างๆ ให้เหมือนในเหตุการณ์จริง

2.2 เกมประกอบวิชาการเรียนการสอน (Non simulation Games) เป็นเกมที่จัดขึ้นเพื่อให้ผู้เล่นได้แก้ไขปัญหาในบางวิชาที่ไม่ค่อยเข้าใจ หรือเป็นการย้ำซ้ำทวนให้เข้าใจได้ดียิ่งขึ้น โดยจัดอยู่ในรูปแบบของการแข่งขันในกิจกรรมการเรียนการสอน

โกลเวล แบ่งประเภทของเกมประกอบการสอน ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. เกมเบื้องต้น (Preliminary Games) เป็นเกมที่สนุกสนาน การเล่นมีแบบแผนมีความสัมพันธ์กัน ความคิดรวบยอดน้อยมาก เหมาะสำหรับเด็กอนุบาลหรือเด็กเล็ก ๆ

2. เกมที่สร้างขึ้น (Structured Games) เป็นเกมที่สร้างขึ้นอย่างมีจุดหมายที่แน่นอน การสร้างเกมจะสร้างไปตามแนวความคิดรวบยอดที่สอดคล้องกับเนื้อหาของบทเรียน

3. เกมฝึกหัด (Practice Games) เกมนี้จะช่วยเน้นความเข้าใจมากยิ่งขึ้น การจัดเกมดังกล่าวควรเริ่มต้นเป็นขั้นตอน ตั้งแต่เกมเริ่มต้นจนถึงเกมที่มีความซับซ้อน โดยเฉพาะเนื้อหาที่เด็กทำความเข้าใจได้ช้า

กิลแมน (Guilman. 1976: 657-661) แบ่งประเภทของเกมประกอบการสอนออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. เกมพัฒนาการ (Developmental Games) เป็นเกมที่มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ในความสิ่งใหม่ๆ ที่ตนเองยังไม่เคยพบเห็น

2. เกมยุทธศาสตร์ (Strategy Games) เป็นเกมที่มุ่งช่วยให้ผู้เรียนมีแนวทางที่จะบรรลุจุดมุ่งหมายในด้านต่างๆ

3. เกมเสริมแรง (Reinforcement Games) เป็นเกมที่มุ่งให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในความสิ่งใหม่ๆ ที่เป็นพื้นฐานต่างๆ และเป็นการเพิ่มพูนทักษะในการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไปได้

ลักษณะเกมวิทยาศาสตร์ที่ดี

เกมวิทยาศาสตร์ที่ดี ควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2. ผู้เรียนสามารถนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ประกอบการตัดสินใจขณะเล่น
3. ผู้เรียนได้รับความรู้ความเข้าใจหรือทบทวนเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่ในเกมนั้น

เราจะเห็นได้ว่าเกมเกือบทุกชนิด สามารถนำมาใช้ได้กับบทเรียนทางวิทยาศาสตร์ เช่น เกมโดมิโน (Domino), เกมปริศนาคำ (Puzzles), เกมบัตร (Card Games), เกมกระดาน (Board Games), เกมทายปัญหา (Quizzes)

หลักการเลือกเกมวิทยาศาสตร์

การเลือกเกมวิทยาศาสตร์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้นั้น เพื่อเสริมสร้างพัฒนาการเรียนรู้อของผู้เรียนให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลนั้น ลัดดาวัลย์ กันหสุวรรณ (2530: 29) ได้กล่าวถึงหลักการในการเลือกเกมไว้ดังนี้

1. สามารถกระตุ้นให้เกิดกระบวนการเรียน
2. สามารถส่งเสริมให้รู้จักคิดแบบวิทยาศาสตร์
3. สามารถฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. สามารถสอนแนวคิดหลักการทางวิทยาศาสตร์
5. สามารถสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์
6. สามารถปลูกฝังเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์

เกมวิทยาศาสตร์ที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้นั้นจะส่งผลต่อการเรียนรู้และความสามารถของผู้เรียนได้หรือไม่ ขึ้นอยู่กับการเลือกเกมของผู้สอนว่าตรงกับความสนใจของผู้เรียน ตรงตามจุดประสงค์หรือไม่ หากผู้สอนเลือกเกมโดยไม่คำนึงถึงความต้องการของผู้เรียน จุดประสงค์การเรียนรู้ และความสามารถของผู้สอนแล้ว การใช้เกมก็จะไม่ส่งผลต่อการเรียนรู้เลย กลับทำให้เสียเวลาในการเรียนมากขึ้น ทราบัด และซาโบ (วิไลพร คำสะอาด. 2541: 28; อ้างอิงจาก Trueblood; & Szabo. 1977: 35-34) เสนอหลักการคัดเลือกเกมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. เหมาะสมกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้
2. เหมาะสมกับวัย ความสามารถ ความสนใจ และวุฒิภาวะของนักเรียน
3. ผู้เรียนส่วนมากหรือหมดมีโอกาสร่วมกิจกรรม
4. เป็นเกมที่สนุก กตีกาง่ายๆ แต่ชี้ขาดในตัวเอง
5. อุปกรณ์การเล่นหาง่าย ท่าง่าย หรือมีราคาที่ไม่แพง
6. เป็นเกมที่มีลักษณะของการเสี่ยงโชคอยู่บ้าง เพราะจะทำให้นักเรียนทุกระดับความสามารถ

มีโอกาสแพ้-ชนะ เท่าๆ กัน อันจะทำให้เกมมีความสนุกสนานยิ่งขึ้น

การคัดเลือกรูปแบบของเกมวิทยาศาสตร์

นอกจากหลักการข้างต้นแล้วสิ่งที่เราไม่ควรมองข้ามในการเลือกใช้เกม คือพัฒนาการของผู้เรียนในช่วงวัยต่างๆ เพื่อศึกษาความแตกต่างทางด้านร่างกาย สติปัญญา อารมณ์และสังคมของผู้เรียนในแต่ละวัย เพื่อ

สร้างความรู้ ความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับธรรมชาติทางพัฒนาการของผู้เรียนซึ่งก่อให้เกิดประโยชน์ในการคัดเลือก เกมหรือสร้างเกมวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างเหมาะสม

พัฒนาการของผู้เรียนวัยประถมศึกษา หรือช่วงชั้นปีที่ 1-2 (อายุ 6-12 ปี)

1. ด้านร่างกาย พบว่ามีการเจริญเติบโตของร่างกายและชอบเคลื่อนไหวร่างกายอยู่เสมอ การเคลื่อนไหวส่วนต่างๆ ของร่างกายมีการประสานงานดี ชอบเล่นกีฬา ออกกำลังกายและมีสมาธิในการทำงานมากขึ้น ชอบทำกิจกรรมโดยไม่เหน็ดเหนื่อย และมักประกอบกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งอยู่เสมอ

2. ด้านสติปัญญา พบว่าสามารถคิดได้อย่างมีเหตุผลและสามารถแก้ปัญหาในสิ่งที่เป็นรูปธรรม มีความคิดรวบยอดและสามารถอธิบายสิ่งต่างๆ ได้ มีความรับผิดชอบและมีความซื่อสัตย์ในการทำงาน สามารถอ่านหนังสือได้เข้าใจและอ่านอย่างสนุกสนาน

3. ด้านอารมณ์ พบว่าเป็นวัยที่เปี่ยมไปด้วยความร่าเริงเบิกบาน มีความสนุกสนานในการเล่น ชอบกิจกรรมสนุกสนานเพลิดเพลิน มักอยู่รวมกลุ่มกับเพื่อนเพศเดียวกัน การเล่นเกมต่างๆ มักแบ่งตามเพศ เริ่มเรียนรู้ที่จะให้ความร่วมมือต่อกิจกรรมต่างๆ

พัฒนาการของผู้เรียนวัยมัธยมศึกษา หรือช่วงชั้นปีที่ 3-4 (อายุ 12-18 ปี)

1. ด้านร่างกาย พบว่ามีการเจริญเติบโตของร่างกาย มีการเปลี่ยนแปลงทางความสูงและน้ำหนักอย่างรวดเร็วมาก เด็กวัยนี้เริ่มสนใจรูปร่างหน้าตาและการแต่งกายมากขึ้น

2. ด้านสติปัญญา พบว่าสามารถใช้เหตุผลเป็นหลักในการตัดสินใจได้ดี ปรับตัวเข้ากับสถานการณ์ใหม่ๆ ได้กว้างขวางขึ้นเพราะมีความเข้าใจในสิ่งที่เป็นนามธรรมมากขึ้น มีความสนใจเรียนรู้สิ่งต่างๆ ได้ยาวนานมากขึ้น ชอบกิจกรรมที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และกิจกรรมที่ทำหายจินตนาการ

3. ด้านอารมณ์ พบว่าอารมณ์ค่อนข้างรุนแรงและเปลี่ยนแปลงได้ง่าย ต้องการการยอมรับคำยกย่อง ชมเชย เพศหญิงชายแยกกันเล่นและเริ่มมีความสนใจซึ่งกันและกัน รักอิสระและต้องการเรียนรู้ประสบการณ์ใหม่ๆ ด้วยตนเอง

จากข้อมูลพัฒนาการข้างต้นทำให้เราทราบว่าพัฒนาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เป็นวัยที่เริ่มเข้าสู่วัยรุ่น เป็นวัยที่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางร่างกายและจิตใจ มีความต้องการจะเป็นที่ยอมรับของสังคม ต้องการสัมฤทธิ์ผล ต้องการความเปลี่ยนแปลงไปสู่ความแปลกใหม่ สนใจความรู้รอบตัวอยากรู้อยากเห็นในสิ่งต่างๆ ดังนั้นในการเลือกรูปแบบเกมต่างๆ ควรเลือกให้มีคุณลักษณะที่ส่งเสริมความเจริญเติบโตของร่างกาย สติปัญญา ความคิดสร้างสรรค์ ตลอดจนทักษะความถนัดเฉพาะตัว และควรเป็นเกมที่รวมกันเป็นกลุ่มเพื่อพัฒนาทักษะทางด้านสังคม เช่นของเล่นทางวิทยาศาสตร์ เกมต่อศัพท์ เกมต่อแต้ม เกมที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ และทักษะการเล่นอาจเล่นคนเดียวหรือเล่นกับเพื่อนๆ (เฉลียว ผดุงวงศ์. 2527: 21) ในการคัดเลือกเกมนั้นมีนักการศึกษาได้เสนอแนวคิดและหลักในการคัดเลือกไว้คล้ายคลึงกันว่า เกมนั้นต้องเหมาะสมกับอายุและวุฒิภาวะ ความสามารถ ความพอใจของนักเรียน เกมนั้นต้องส่งเสริมความรู้ความคิด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (ลัดดาวัลย์ กัณหสุวรรณ. 2530: 29, พรเพ็ญ หลักคำ. 2535: 18, สมจิต สวธนไพบุลย์. 2535: 5)

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับลักษณะของเกมวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า เกมวิทยาศาสตร์มีลักษณะเกมที่มีเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาใช้ในการประกอบการตัดสินใจ เกมที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้นต้องเหมาะสมกับวัยวุฒิและความสามารถ สามารถพัฒนาผู้เรียนทั้งร่างกาย สติปัญญา ความคิดสร้างสรรค์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

1.4 การจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์ เป็นการเรียนผ่านกิจกรรมการเล่นเกมที่มีการสาระทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการตัดสินใจ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูลและทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป เพื่อเสริมสร้างเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

เกมวิทยาศาสตร์ที่ใช้ประกอบการเรียนการสอน มีลักษณะต่อไปนี้

1. เป็นเกมที่ผู้เรียนคุ้นเคย
2. เป็นเกมที่ส่งเสริมความคิดและใช้กระบวนการแก้ปัญหา
3. เป็นเกมที่เหมาะสมกับเนื้อหาสาระที่ต้องการสื่อสาร
4. เป็นเกมที่เหมาะสมกับธรรมชาติ ความสามารถและวัยของผู้เรียน
5. เป็นเกมที่ไม่ใช้เวลาในการเล่นมากเกินไป

หลักในการสร้างเกม

พรเพ็ญ หลักคำ (2535: 19) ได้เสนอแนะสิ่งๆ ที่ควรคำนึงถึงในการสร้างเกม ดังนี้

1. จุดมุ่งหมายของเกมควรสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการการสอนวิทยาศาสตร์
2. สร้างเกมให้มีรูปแบบต่างๆ เช่น Bingo, Pathway, Quizshow, Gardgame, Simulation
3. วิธีการเล่นเป็นทั้งชั้นหรือกลุ่มย่อย
4. เนื้อหาเกมเกี่ยวข้องกับเนื้อหาหรือทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
5. นักเรียนเข้าใจวิธีการเล่นดีพอ และเกมเปิดโอกาสให้ผู้เล่นทุกคนได้ใช้ความสามารถ
6. มีทักษะความรู้เบื้องต้นที่จำเป็นต้องรู้ก่อนที่จะเล่นเกม
7. กติกาการเล่นง่ายต่อการเข้าใจ
8. ไม่มีปัญหาที่จะเกิดขึ้นจากการใช้เกมประกอบการสอน

การสร้างเกมวิทยาศาสตร์ในการเรียนการสอน

การนำเกมวิทยาศาสตร์มาใช้ในการเรียนการสอนนั้น สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้กล่าวถึงวิธีการสร้างเกมในการเรียนสอนวิทยาศาสตร์ ดังนี้

- 1 วิเคราะห์เนื้อหา สาระและจุดประสงค์การเรียนรู้
- 2 ออกแบบเกมให้เหมาะสมกับเนื้อหา วัยและความสามารถของผู้เรียน และจัดทำต้นแบบ

3 ทดลองใช้

4 ปรับปรุง แก้ไข

5 นำไปใช้ในห้องเรียน

6. ประเมินประสิทธิภาพของเกม

การนำเกมวิทยาศาสตร์มาจัดการเรียนรู้

การนำเกมวิทยาศาสตร์มาจัดการเรียนรู้ ทางสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้กล่าวถึงขั้นตอนการนำเกมวิทยาศาสตร์มาจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมการ

บทบาทของผู้สอน

- เตรียมวิธีการอธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจในกฎกติกาในการเล่น และเตรียมสิ่งที่ต้องใช้ในการเล่น พร้อมทั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการเล่นให้ครบก่อนเข้าห้องเรียน

ขั้นที่ 2 ขั้นกล่าวนำ

บทบาทของผู้สอน

- กล่าวนำเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ทางวิทยาศาสตร์ในการเล่น
- อธิบายกฎ กติกา ขั้นตอนในการเล่นและสิ่งที่ใช้ในการเล่นให้ผู้เรียนเข้าใจ
- สาธิตการเล่น โดยเฉพาะเกมที่ยาก มีความสลับซับซ้อน ให้ผู้เรียนเข้าใจวิธีการเล่นให้กระจ่างเสียก่อน

ขั้นที่ 3 ขั้น “เล่น”

บทบาทของผู้สอน

- ให้ความร่วมมือ สนับสนุน ดูแลความเรียบร้อยขณะผู้เรียนเล่นเกม
- เข้าไปเกี่ยวข้องในการทำกิจกรรมของผู้เรียนด้วยขอบเขตที่จำกัด เช่น เมื่อผู้เรียนมีปัญหา ขอคำแนะนำในการเล่น
- กำหนดเวลาในการเล่นและมีผู้ควบคุมการเล่นของผู้เรียนให้อยู่ในเวลาที่กำหนด
- ไม่ควรให้เวลาเล่นเกมมากเกินไป เพราะจะไปลดแรงจูงใจในการเล่น

ขั้นที่ 4 สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้มา

บทบาทของผู้สอน

- แนะนำให้ผู้เรียนตรวจสอบสิ่งของ อุปกรณ์ให้ครบเพื่อส่งคืน
- ให้ผู้เรียนสรุปผลการเรียนรู้โดยเร็วที่สุด
- ให้ผู้เรียนสรุปประสบการณ์การเรียนรู้ที่ได้จากการเล่นเกม ความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนได้นำเสนอกัน เพื่อตรวจสอบสาระทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนได้รับ
- ค้นหาสิ่งที่ผู้เรียนเข้าใจผิด คลาดเคลื่อน เพื่อแก้ไขความเข้าใจให้ถูกต้อง

ขั้นที่ 5 ทำกิจกรรมประเมินผลความเข้าใจ

บทบาทของผู้สอน

- ให้ผู้เรียนทำกิจกรรมวัดผลประเมินผลความเข้าใจหลังเล่นเกมเสร็จ โดยใช้กิจกรรมรูปแบบอื่น
- เน้นประเด็นสำคัญที่อยากให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ และควรมีประเด็นนั้นในกิจกรรมการวัดและประเมินผลหลังเล่นเกม

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า ผู้สอนต้องสร้างบรรยากาศให้เกิดความสนุกสนาน มีการจัดระบบกำหนดกติกา ส่งเสริมให้เกิดทักษะ ทุกคนมีส่วนร่วม มีการอธิบายหรือสาธิตเพิ่มเติม เล่นง่าย เครื่องมือน้อย ตอบสนองต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ส่งเสริมพัฒนาการเรียนรู้ และศักยภาพของผู้เรียนในด้านการคิดวิเคราะห์ สามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเอง เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รู้จักทำงานร่วมกับผู้อื่น มีความรับผิดชอบต่อบทบาทหน้าที่ที่ได้รับและนำความรู้ที่ได้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน การนำเกมวิทยาศาสตร์มาจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนดังนี้ ขั้นตอนเตรียมการ, ขั้นตอนกล่าวนำ, ขั้น "เล่น" ขั้นสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้มา และขั้นทำกิจกรรมประเมินผลความเข้าใจ

1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

สุจินต์ เลียงจรรยารัตน์ (2521) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การใช้เกมประกอบการสอนวิชาฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สายสามัญ โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มละ 31 คน กลุ่มทดลอง สอนโดยใช้เกมประกอบการสอน กลุ่มควบคุมสอนตามคู่มือครู พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน 2 กลุ่ม ไม่ต่างกัน

เพียวร์ ยินดีสุข (2523) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอนแบบใช้เกมกับการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิต โดยการแบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่มๆละ 40 คน กลุ่มทดลอง สอนโดยใช้เกมประกอบการสอน กลุ่มควบคุมสอนตามวิธีการบรรยายประกอบการสาธิต สรุปผลงานวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วนา ชลประเวส (2526: 80) ได้ศึกษาเปรียบเทียบวิธีการสอนโดยใช้เกมกับวิธีการสอนแบบปฏิบัติการทดลองที่มีผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สรุปงานวิจัยได้ว่า วิธีการสอนแบบใช้เกมให้ผลสูงกว่าปฏิบัติการทดลอง

จุลจักร โนนพันธ์ (2529) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์และมนุษยสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ที่ใช้เกมกับวิธีการกลุ่มสัมพันธ์ที่ใช้การอธิบาย พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองต่างกันและสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองแตกต่างกันและสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สรราชย์ ศรีสุข (2530) ได้ศึกษาเปรียบเทียบองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์โดยใช้กิจกรรมเกม นิทาน ปริศนาคำถาม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 60 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ใช้กิจกรรมเกม กลุ่มที่ 2 ใช้กิจกรรมนิทาน กลุ่มที่ 3 ใช้กิจกรรมปริศนาคำถาม เครื่องมือที่ใช้รวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ด้วยรูปภาพ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมเกม นิทาน และปริศนาคำถามมีความคิดริเริ่ม ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่นและความคิดละเอียดลออไม่แตกต่างกัน แต่มีคะแนนสูงกว่าก่อนทำการสอน

พรเพ็ญ หล้าคำ (2535: 82) ศึกษาพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยของเล่นและเกมทางวิทยาศาสตร์ พบว่าคะแนนเฉลี่ยเจตคติทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกัน

จากการศึกษาวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี เนื่องจากผู้เรียนมีส่วนร่วม มีความสนุกสนานส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บังอร ภัทรโกมล (2541: 31) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การวัดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม สมรรถภาพทางสมองและสติปัญญา เช่น ความรู้ความเข้าใจในเรื่องต่างๆที่เรียนไปแล้วมากน้อยเพียงใด โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ซึ่งวัดภายหลังการเรียน และต้องวัดตามจุดประสงค์ของวิชาและเนื้อหาที่สอน ซึ่งวัดจากคะแนนที่นักเรียนตอบแบบทดสอบ

ไพรัตน์ คำปา (2541: 34) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่เกิดจากการเรียนการสอน ทั้งด้านความรู้ และทักษะที่เกิดหลังจากได้รับการฝึกอบรมหรือการสอน

จินตนา ช่วยด้วง (2547: 29) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า คือความสามารถในการที่จะพยายามเข้าถึงความรู้ ซึ่งเกิดจากการกระทำที่ประสานกัน และอาศัยความพยายามอย่างมาก ทั้งองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญา และองค์ประกอบที่ใช้สติปัญญาแสดงออกในรูปของความสำเร็จ ซึ่งสามารถวัดได้ด้วยเครื่องมือทางจิตวิทยา หรือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วไป

ปรีวดี สิงหาเวช (2548: 5) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งพิจารณาจากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ศุภพงศ์ คล้ายคลึง (2548: 27) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลสำเร็จที่เกิดจากพฤติกรรมกระทำกิจกรรมของแต่ละบุคคล ที่ต้องอาศัยความพยายามอย่างมาก ทั้งองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญา และองค์ประกอบที่ไม่ใช่สติปัญญา ซึ่งสามารถสังเกต ที่วัดได้ด้วยเครื่องมือทางจิตวิทยา หรือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านต่างๆ

อรสา เอี่ยมสะอาด (2548: 5) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ในสาระวิทยาศาสตร์ ซึ่งพิจารณาจากคะแนนการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาแนวคิดของนักการศึกษาดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนของการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบต่างๆ

2.2 การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นการวัดความเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ของผู้เรียนที่เป็นผลจากการได้รับประสบการณ์จากการจัดการเรียนรู้ หรือการสืบเสาะหาความรู้ โดยสามารถวัด และประเมินออกมาได้ โดยใช้แบบวัดผลการเรียนด้านความรู้

ประทุม อัทชู (2547: 3) กล่าวว่า การวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ให้ครอบคลุมทั้งความรู้ด้าน วิทยาศาสตร์ และกระบวนการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น จำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์หรือพฤติกรรมที่ ต้องการวัดออกเป็น 4 ด้าน คือ

1. ด้านความรู้ - ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกสิ่งที่เคยเรียนมาแล้วเกี่ยวกับ ข้อเท็จจริง หลักการ และทฤษฎี
2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย จำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ใน รูปใหม่ โดยการแปลความหมายแล้วเปรียบเทียบ หรือผสมผสานสิ่งใหม่ที่พบเห็นกับประสบการณ์เดิม
3. ด้านการนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างกันออกไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
4. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความชำนาญในการคิดและการปฏิบัติทาง วิทยาศาสตร์ ซึ่งเกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดทางสมอง

คลอเฟออร์ (พิมพันธ์ เตชะคุปต์. 2545: 110 - 113 ; อ้างอิงจาก Kolpfer.1971) ได้กล่าวถึง การ ประเมินผลด้านการเรียนรู้ด้านความรู้ ซึ่งสามารถวัดได้จากกิจกรรม ทั้ง 4 ด้าน คือ

1. ด้านความรู้ - ความจำ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียน มีความจำในเรื่องราวต่างๆ ที่ได้รับรู้ จากการค้นคว้าด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการอ่านหนังสือและการฟังการบรรยาย เป็นต้น

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 8 ประเภท คือ

- 1.1 ความรู้เกี่ยวกับความจริง
- 1.2 ความรู้เกี่ยวกับมโนคติ หรือมโนทัศน์
- 1.3 ความรู้เกี่ยวกับหลักการ และกฎทางวิทยาศาสตร์
- 1.4 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง
- 1.5 ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นตอนของปรากฏการณ์ต่างๆ
- 1.6 ความรู้เกี่ยวกับกฎเกณฑ์ ในการแบ่งประเภทของสิ่งต่างๆ
- 1.7 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิค และกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์
- 1.8 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์วิทยาศาสตร์

2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนใช้ความคิดที่สูงกว่าด้านความรู้ - ความจำ แบ่งเป็น 2 ประเภท

2.1 ความเข้าใจข้อเท็จจริง วิธีการ กฎเกณฑ์ หลักการและทฤษฎีต่างๆ คือ เป็นการบรรยายรูปแบบใหม่ที่แตกต่างจากที่เคยเรียน

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลความหมายข้อเท็จจริง คำศัพท์มโนคติ หลักการ และทฤษฎีที่อยู่ในรูปของสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นสัญลักษณ์อื่นได้

3. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนแสวงหาความรู้ และแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

4. ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ หมายถึงพฤติกรรมที่นักเรียนนำความรู้ มโนคติ กฎ หลักการ ตลอดจนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้ โดยสามารถแก้ปัญหาได้อย่างน้อย 3 ประการ คือ

4.1 แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน

4.2 แก้ปัญหาที่เป็นวิทยาศาสตร์สาขาอื่น

4.3 แก้ปัญหาที่นอกเหนือจากเรื่องของวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาแนวคิดของนักการศึกษาดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นการวัดความเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนที่เป็นผลจากการได้รับประสบการณ์จากการจัดการเรียนรู้ หรือการสืบเสาะหาความรู้ สามารถวัดและประเมินออกมาได้ โดยวัดความสามารถด้านต่างๆ 4 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.3 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นส่วนสำคัญในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งคณะกรรมการการศึกษาวิทยาศาสตร์ (Commission of Science for the Advancement of Science - AAS) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็น 13 ทักษะ โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้ (ภพ เลหาไพบุลย์. 2537: 14 - 29)

1. ทักษะขั้นพื้นฐานมี 8 ทักษะ ได้แก่

1.1 ทักษะการสังเกต

1.2 ทักษะการวัด

1.3 ทักษะการคำนวณ

1.4 ทักษะการจำแนกประเภท

1.5 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปสกับเวลา

1.6 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

- 1.7 ทักษะการลงความคิดเห็น
- 1.8 ทักษะการพยากรณ์
2. ทักษะขั้นผสมบูรณาการมี 5 ทักษะ ได้แก่
 - 2.1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน
 - 2.2 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
 - 2.3 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
 - 2.4 ทักษะการทดลอง
 - 2.5 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

1. ทักษะการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสไปโดยตรงกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ โดยไม่ลงความเห็นของผู้สังเกตลงไปด้วย ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้ คือ

1.1 ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุหรือสถานการณ์ โดยใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างได้ถูกต้องเหมาะสม

1.2 บรรยายถึงสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุ โดยการกะประมาณ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. ทักษะการวัด หมายถึง ความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมือ และการใช้เครื่องมือวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด โดยมีหน่วยกำกับเสมอ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้ขึ้น คือ

2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

2.3 บอกวิธีและวิธีใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้อง

2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนักได้ถูกต้อง

2.5 ระบุนิยามของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. ทักษะการคำนวณ หมายถึง ความสามารถในการบวก ลบ คูณ หาร หรือจัดกระทำกับตัวเลขที่แสดงค่าปริมาณของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งได้จากการสังเกต การวัดการทดลองโดยตรง หรือจากแหล่งอื่น ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้ขึ้น คือ

3.1 การนับ ได้แก่ นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้ และตัดสินว่า ของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

3.2 การคำนวณ ได้แก่ บอกวิธีการคำนวณได้ คิดคำนวณได้ถูกต้องและแสดงวิธีการคิดคำนวณได้

3.3 การหาค่าเฉลี่ย ได้แก่ บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ย หาค่าเฉลี่ย และแสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

4. ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง ความสามารถในการจัดจำแนกหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่างๆ ออกเป็นหมวดหมู่ โดยมีเกณฑ์ ในการจัดจำแนก เกณฑ์ดังกล่าวอาจใช้ความเหมือน ความแตกต่างกัน หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ความสามารถที่แสดงว่า เกิดทักษะนี้ขึ้น คือ

- 4.1 ปังชี้และบรรยายคุณสมบัติของสิ่งที่ศึกษาได้ เพื่อใช้เกณฑ์ ในการจัดจำแนกประเภทวัตถุ
- 4.2 จำแนกสิ่งที่ศึกษากลุ่มหนึ่งออกเป็นหลายประเภท ตามเกณฑ์ในการจำแนกที่สร้างขึ้น
- 4.3 จำแนกสิ่งที่ศึกษาตามเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปสกับเวลา หมายถึง ความสามารถในการหาความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติกับ 3 มิติ สิ่งที่อยู่หน้ากระจกเงากับภาพที่ปรากฏในกระจกเงาวา จะเป็นซ้ายขวาของกันและกันอย่างไร ตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่งและการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา ความสามารถที่แสดงว่า เกิดทักษะนี้ขึ้น คือ

- 5.1 วาดรูป 3 มิติ ของวัตถุจริงทั่วไปได้
- 5.2 บอกจำนวนเส้นสมมาตรของรูป 2 มิติ และระนาบสมมาตรของรูป 3 มิติ ได้
- 5.3 บอกความสัมพันธ์ของรูป 2 มิติ และรูป 3 มิติ ได้
- 5.4 ระบุความสัมพันธ์ของสิ่งที่ปรากฏหน้ากระจกเงา กับสิ่งที่ปรากฏในกระจกเงาได้
- 5.5 ระบุความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่งกล่าวคือ บอกได้ว่า วัตถุอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง
- 5.6 ระบุความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น มาจัดกระทำเสียใหม่โดยวิธีการต่างๆ เช่น การจัดเรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นขึ้น โดยอาจนำเสนอในรูปแบบตาราง แผนภูมิ แผนภาพ กราฟ เป็นต้น ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้ขึ้น คือ

- 6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการนำเสนอข้อมูลได้เหมาะสม
- 6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้
- 6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจดีขึ้นได้
- 6.4 บรรยายลักษณะของสิ่งหนึ่งสิ่งใดด้วยข้อความที่เหมาะสม กะทัดรัด จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้
- 6.5 บรรยาย หรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งจนสื่อสารความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. ทักษะการลงความเห็น หมายถึง ความสามารถในการอธิบายข้อมูลที่มีอยู่อย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้ หรือประสบการณ์เดิมช่วย ข้อมูลที่มีอาจได้จากการสังเกตการวัด หรือการทดลอง คำอธิบายนั้นเป็นสิ่งที่ได้จากความรู้หรือประสบการณ์เดิมของผู้สังเกตที่พยายามโยงบางส่วนของความรู้ หรือประสบการณ์เดิมให้มาสัมพันธ์กับข้อมูลเดิมที่ตนเองมีอยู่ความสามารถที่แสดงว่า เกิดทักษะนี้ขึ้น คือ ความสามารถอธิบายหรือสรุปเรื่อง

หนึ่งๆ โดยการเพิ่มความเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง โดยใช้ความรู้ และประสบการณ์ เดิมมาช่วย

8. ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง ความสามารถในการทำนาย หรือคาดคะเน สิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยการสังเกต ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นๆ หรือความรู้ที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการทำนาย การทำนายอาจทำได้ ภายในขอบเขตของข้อมูล และภายนอกขอบเขตข้อมูล ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้ขึ้น คือ

- 8.1 ทำนายผลที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นกฎ หลักการ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้
- 8.2 ทำนายผลที่เกิดขึ้นภายในขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้
- 8.3 ทำนายผลที่เกิดขึ้นนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการให้คำอธิบาย ซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลอง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเป็นจริงในเรื่องนั้นๆต่อไป สมมติฐาน เป็นข้อความที่แสดงการคาดคะเน ซึ่งอาจเป็นคำอธิบายของสิ่งที่ไม่สามารถตรวจสอบโดยการสังเกตได้ หรืออาจเป็นข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ที่คาดคะเนว่าจะเกิดขึ้นระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตามที่ตั้งขึ้น อาจถูกหรือผิดก็ได้ จึงจำเป็นต้องมีการทดลอง เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน ความสามารถที่แสดงว่า เกิดทักษะนี้ขึ้น คือ

- 9.1 สร้างสมมติฐาน ซึ่งเป็นการสรุปรวบยอดจากผลการสังเกตหรือลงความเห็นจากข้อมูลได้
- 9.2 ความสามารถในการสร้างหรือแสดงให้เห็นถึงวิธีที่จะทดสอบสมมติฐาน
- 9.3 สามารถปรับปรุงสมมติฐานภายหลังจากการสังเกต เพื่อทดสอบสมมติฐานนั้น

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง ความสามารถในการกำหนดความหมายและขอบเขตของคำ หรือตัวแปรต่างๆ ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตและวัดได้ คำนิยามเชิงปฏิบัติการ เป็นความหมายของคำศัพท์เฉพาะ เป็นภาษาง่ายๆชัดเจน ไม่กำกวม ระบุสิ่งที่สังเกตได้ และระบุการกระทำ ซึ่งอาจเป็นการวัด ทดสอบ การทดลองไว้ด้วยความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้ขึ้น คือ การกำหนดความหมาย และขอบเขตของคำ หรือตัวแปรต่างๆ ที่สังเกตและวัดได้

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง ความสามารถที่จะบ่งชี้ว่า ตัวแปรใดเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรใดเป็นตัวแปรตาม ตัวแปรใดเป็นตัวแปรควบคุม ในการหาความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างตัวแปรในสมมติฐานหนึ่งๆ หรือปรากฏการณ์หนึ่งๆ ตัวแปรต้น เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลที่ต้องการศึกษา หรือตัวแปรที่ต้องการทดลองดูว่าจะก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่ ตัวแปรตาม เป็นตัวแปรที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นเปลี่ยนแปลงไป ตัวแปรตามจะเปลี่ยนแปลงไปด้วย ตัวแปรควบคุม เป็นตัวแปรต้นอื่นๆที่ยังไม่สนใจศึกษา อาจมีผลต่อตัวแปรตามในขณะนั้น จึงจำเป็นต้องมีการควบคุมให้คงที่ไว้ก่อน มิฉะนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ความสามารถที่แสดงว่า เกิดทักษะนี้ขึ้น คือ ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้

12. ทักษะการทดลอง หมายถึง ความสามารถในการดำเนินการตรวจสอบสมมติฐานโดยการทดลอง เริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การทดลอง การปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ ตลอดจนการใช้

วัสดุอุปกรณ์อย่างถูกต้อง และการบันทึกผลการทดลองการออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลอง ก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนดวิธีการดำเนินการทดลอง ซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร วัสดุอุปกรณ์ที่ต้องการใช้ในการทดลองการปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจเป็นผลของการสังเกต การวัด และอื่นๆ ความสามารถที่แสดงว่า เกิดทักษะนี้ขึ้น คือ

12.1 กำหนดวิธีการทดลองดูถูกต้องเหมาะสม โดยคำนึงถึงตัวแปรต้นตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุม รวมถึงการระบุอุปกรณ์หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

12.2 ปฏิบัติการทดลองได้ และใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องเหมาะสม

12.3 บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วถูกต้อง

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง ความสามารถในการบอกความหมายของ ข้อมูลที่ได้จัดกระทำ และอยู่ในรูปแบบที่ใช้ในการสื่อความหมายแล้วซึ่งอาจอยู่ในรูปของตาราง กราฟ แผนภูมิ หรือภาพต่างๆ รวมทั้งสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลในเชิงสถิติด้วย และสามารถลงข้อสรุปได้นการ นำเอาความหมายของข้อมูลที่ได้ทั้งหมดสรุป ให้เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลเกี่ยวกับตัวแปรที่ต้องการศึกษา ภายในขอบเขตของการทดลองนั้น ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้ขึ้น คือ

13.1 แปลความหมาย หรือบรรยายลักษณะ และสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้ เช่น การตีความหมาย จากกราฟ การตีความหมายข้อมูลที่อาศัยทักษะการคำนวณ เป็นต้น

13.2 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นการ เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียน ที่เป็นผลมาจากการเรียนรู้ที่สามารถวัดและประเมินผลได้

จากการศึกษาเอกสารดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการสืบเสาะหาความรู้โดยผ่านการปฏิบัติและการฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบจนเกิด ความคล่องแคล่วชำนาญ ผ่านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ ดังนี้ ทักษะการสังเกต ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปสกับเวลา ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็น ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการ ตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และ ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

มนมณัส สุดลิ้น (2543: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถด้าน การคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผัง มโนทัศน์ ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ - ความจำ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบ สืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความเข้าใจของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนเมติกกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านการนำไปใช้ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนเมติกกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 4) ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ประกอบการเขียนแผนผังมโนเมติกกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 5) ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ด้านการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียนแผนผังมโนเมติกกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ระพีพันธ์ คร้ามมี (2544: บทคัดย่อ) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษา โดยการสอนตามแนว คอนสตรัคติวิซึ่ม กับการสอนแบบแก้ปัญหาพบว่า นักเรียน ที่เรียนวิชาสังคมศึกษาโดยการสอนตามแนว คอนสตรัคติวิซึ่ม กับการเรียนโดยการสอนแบบแก้ปัญหา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุมาลี โชติชุ่ม (2544: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเชาวน์อารมณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยใช้ชุดการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมเชาวน์อารมณ์กับการสอนตามคู่มือครูพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมเชาวน์อารมณ์กับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เกศณีย์ ไทยถนอม (2547: บทคัดย่อ) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถด้านการคิดวิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ประกอบการเขียนแผนผังมโนเมติก พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียนด้วยกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ประกอบการเขียนแผนผังมโนเมติกหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถด้านการคิดวิจารณ์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ประกอบการเขียนแผนผังมโนเมติกหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ชุตินา ทองสุข (2547: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลองพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลองหลังเรียนสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

รัชชัย ต้นทัพไทย (2548: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และค่านิยมการบริโภคอาหารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วัฒนา อรุณวัฒนะ (2548: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และคุณธรรมจริยธรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนจากชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคุณธรรม จริยธรรม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศุภพงศ์ คล้ายคลึง (2548: บทคัดย่อ) การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะการทดลอง โดยใช้ชุดปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อรสา เอี่ยมสอาด (2548: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

วันดี จันทร์ลอย (2549: บทคัดย่อ) การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการเผชิญปัญหา และฝ่าฟันอุปสรรคของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการเผชิญปัญหา และฝ่าฟันอุปสรรคหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นันทิพิทย์ รอดเดช (2549: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถทางสติปัญญาด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมส่งเสริมพหุปัญญา ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมส่งเสริมพหุปัญญา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถทางสติปัญญา ด้านมิติสัมพันธ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

สมิท (Smith, 1994: 2528 – A) ได้ศึกษาผลจากวิธีการสอน ที่มีต่อเจตคติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษา เกรด 7 โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกได้รับการสอนแบบบรรยายและให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เครื่องมือที่ใช้เป็นวิธีการทดสอบภาคสนาม ซึ่งเรียกว่า การประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการปฏิบัติกิจกรรมแบบบูรณาการ (IASA) ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนทั้งแบบบรรยายและให้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยาย

สิวซิค (สิริวรรณ ตะรุสานนท์, 2542: 29 ; อ้างอิงจาก Syewczyk, 1987: Abstract) การศึกษาผลของการสอนแบบ 4 MAT ที่มีผลสัมฤทธิ์และเจตคติของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่เลือกเรียนวิชาเรขาคณิต จากโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายขนาดกลางใกล้เมืองซิดคา ใช้สถิติ ANOVA 2 Way เปรียบเทียบรายคู่โดยวิธีของ Scheffe ไม่พบปฏิสัมพันธ์ต่อกัน แต่มีนัยสำคัญที่แสดงให้เห็น สืบเนื่องมาจากกลุ่ม

ทดลอง มีการแสดงออก ด้านเนื้อหาสาระสูงกว่ากลุ่มควบคุม ในการทดสอบปลายภาควิชาเรขาคณิต มีความแตกต่างกัน ด้านผลสัมฤทธิ์สืบเนื่องมาจากรูปแบบการเรียนรู้ที่ต่างกัน กระบวนการ ที่แตกต่างกันในการสอน

โตเซีย (ฉันทนา ชานี. 2546: 33 ; อ้างอิงจาก Dozier. 1986: 2986 –2987 – A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นเป็นนักเรียน เกรด 7 – 9 ที่เรียนวิทยาศาสตร์ ในแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ ทั้ง 3 เกรด

จากการศึกษาวิจัยทั้งในและนอกประเทศ พบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี เนื่องมาจากผู้เรียนมีส่วนร่วม มีความสนุกสนานส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

3.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) นับเป็นความสามารถที่สำคัญอย่างหนึ่งของมนุษย์ ซึ่งมีความสามารถมากกว่าความสามารถด้านอื่นๆ ซึ่งนักจิตวิทยา และนักการศึกษาทั้งหลายได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ ดังนี้

อารี รังสินันท์ (2526: 5) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางสมองที่คิดในลักษณะอ่อนน้อม ย่นนำไปสู่การคิดค้นสิ่งแปลกใหม่ ด้วยการคิดดัดแปลงปรุงแต่งความคิดเดิมผสมผสานกันให้เกิดสิ่งใหม่ ซึ่งรวมทั้งการประดิษฐ์ค้นพบสิ่งต่างๆ ตลอดจนวิธีการคิด ทฤษฎี หลักการได้สำเร็จ ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้นี้ มีใช้เพียงในสิ่งที่เป็นไปได้ หรือสิ่งที่เป็นเหตุเป็นผลเพียงอย่างเดียวเท่านั้น หากแต่การคิดจินตนาการก็เป็นสิ่งสำคัญยิ่งที่จะก่อให้เกิดความแปลกใหม่ และต้องควบคู่ไปกับความพยายามที่จะสร้างความคิดฝัน หรือจินตนาการให้เป็นไปได้ หรือที่เรียกว่า เป็นจินตนาการประยุกต์นั่นเอง จึงทำให้เกิดผลงานจากความคิดสร้างสรรค์ขึ้น

อุษณีย์ โพธิสุข และคณะ (2544: 29) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการทางปัญญาาระดับสูงที่ใช้ในกระบวนการคิดหลายๆ อย่างมารวมกันเพื่อสร้างสรรค์สิ่งใหม่ หรือแก้ปัญหาที่มีอยู่ให้ดีขึ้น ความคิดสร้างสรรค์เกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อผู้สร้างสรรค์มีอิสรภาพทางความคิด

วอลล์ช และ โคเคน (ชาญนรงค์ พรุ่งโรจน์. 2546: 5 ; อ้างอิงจาก Wallach; & Kogan. 1955) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถที่คิดสิ่งที่ต่อเนื่องสัมพันธ์เป็นลูกโซ่เรียกว่า “ ความคิดโยงสัมพันธ์ ” คือ เมื่อระลึกถึงสิ่งหนึ่งสิ่งใดสิ่งนั้นเป็นสะพานช่วยเชื่อมโยงให้ระลึกถึงสิ่งอื่นๆ ที่สัมพันธ์กันต่อไปเรื่อยๆ ยิ่งคิดเชื่อมโยงได้มากเพียงไรก็ยิ่งบ่งชี้ถึงศักยภาพของความคิดสร้างสรรค์ได้มากขึ้นเพียงนั้น

มาสัน (ชาญนรงค์ พรุ่งโรจน์. 2546: 5 ; อ้างอิงจาก Mason. 1960) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถในการ “ เชื่อมโยง ” คนที่มีความคิดสร้างสรรค์สูง เป็นผู้ที่สามารถเชื่อมโยงสิ่งต่างๆ

ตั้งแต่สองสิ่งขึ้นไปให้สัมพันธ์กัน และมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งนั้นได้ โดยที่ความสัมพันธ์เช่นนั้นอาจไม่เคยมีมาก่อน หรือมีอยู่แล้ว แต่มักถูกมองข้ามไป

ฟรอมม์ (ชาญณรงค์ พรุ่งโรจน์. 2546 : 5 ; อ้างอิงจาก Fromm. 1963) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถของบุคคลที่จะสังเกตเห็น รับรู้ เข้าใจและมีปฏิกิริยาตอบสนอง เช่น เมื่อเห็นดอกไม้ บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์อาจมีปฏิกิริยาตอบสนองโดยการวาดรูป เขียนบทกวี แต่งเพลง เป็นต้น

เมดนิค (ชาญณรงค์ พรุ่งโรจน์. 2546: 5 ; อ้างอิงจาก Mednic. 1970) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ โดยมีสิ่งเร้าเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดความคิดใหม่ๆ ต่อเนื่องกันไป ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ คือ ผู้ที่มีความสามารถสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนองได้แตกต่างหลากหลายและแปลกใหม่

จากความหมายของความคิดสร้างสรรค์ที่นักวิชาการกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการคิดและการกระทำ เพื่อให้ได้ผลผลิตที่แปลกใหม่และมีคุณค่า และผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์เป็นผู้ที่สามารถเชื่อมโยงสิ่งต่างๆ ตั้งแต่สองสิ่งขึ้นไปให้สัมพันธ์กัน โดยที่ความสัมพันธ์เช่นนั้น อาจไม่เคยมีมาก่อน

3.2 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีความหมายใกล้เคียงกับความคิดสร้างสรรค์ทั่วไป แต่แตกต่างกัน ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นความคิดและการกระทำของบุคคลในการเรียน การแก้ปัญหาโดยต้องทราบถึงหลักและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

ทัศนีย์ บุญเต็ม (2526: 3) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดคล่องในการแก้ปัญหาโดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สมจิต สวชนไพบูลย์ (2527: 3) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นทั้งกระบวนการคิดและการกระทำที่ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเน้นผลผลิตของความคิดที่จะต้องมีความคุ้มค่าต่อสังคม และส่งผลผลักดันให้โลกเจริญไปข้างหน้ายิ่งขึ้นไป ส่วนองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการคิดออกเผนนั้นจำแนกได้ 4 ลักษณะ ตามแนวคิดของ Guilford คือ

1. ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์
2. ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์
3. ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์
4. ความคิดละเอียดลออทางวิทยาศาสตร์

สมสุข ชีระไพจิตร (2537: 139) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีความหมายใกล้เคียงกับความคิดสร้างสรรค์ในส่วนที่เป็นกระบวนการคิด และการกระทำที่ทำให้เกิดผลผลิตต่างๆ แต่จะมีลักษณะพิเศษที่ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์อาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะก่อให้เกิดการพัฒนาทางด้านสติปัญญา การแก้ปัญหา การค้นหาความรู้ใหม่ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ

จากความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิชาการกล่าวไว้ข้างต้นสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถของผู้เรียนในการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์มาคิดได้กว้างไกล

หลายทิศทาง ดัดแปลง ปรับแต่ง ผสมผสานเป็นความคิดแปลกใหม่และมีคุณค่า ประกอบด้วยความคิด 3 ลักษณะ คือ ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ความคิดละเอียดลออทางวิทยาศาสตร์

3.3 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

นักจิตวิทยา และนักการศึกษา ได้กล่าวถึง องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ไว้อย่างหลากหลายตามแนวคิดของแต่ละคน ดังนี้

กิลฟอร์ด (ชาญณรงค์ พรุ่งโรจน์. 2546: 5 ; อ้างอิงจาก Guilford. 1976)อธิบายว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นวิธีการคิดแบบอเนกนัย กล่าวคือ เมื่อมีเนื้อหา หรือข้อมูลผ่านเข้ามาในการรับรู้ ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์จะสามารถตอบสนองได้หลากหลาย ทั้งในปริมาณและคุณภาพ ลักษณะการคิดแบบอเนกนัยซึ่งเป็นลักษณะการคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วย

1. ความคิดริเริ่ม หมายถึง ลักษณะการคิดแปลกใหม่ ซึ่งแตกต่างไปจากความคุ้นเคย ความคิดริเริ่มแปลกใหม่ในที่นี้ อาจแสดงออกในรูปลักษณะของผลผลิต หรือกระบวนการคิดก็ได้ โดยความคิดริเริ่มไม่จำเป็นต้องเป็นสิ่งใหม่ซึ่งไม่เคยปรากฏมาก่อน แต่อาศัยการสะสมและรวบรวมความรู้เดิมมาดัดแปลง หรือประยุกต์ให้ดีขึ้น มีประสิทธิภาพมากขึ้นโดยอาศัยแนวทางการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

2. ความคล่องแคล่วในการคิด หมายถึง ความสามารถในการผลิตความคิดที่แตกต่างและหลากหลายภายใต้กรอบจำกัดของเวลา เป็นความสามารถเบื้องต้น ซึ่งนำไปสู่การคิดอย่างมีคุณภาพ และการคิดเพื่อแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป แบ่งเป็น

2.1 ความคล่องแคล่วในด้านถ้อยคำ เป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำอย่างคล่องแคล่ว

2.2 ความคล่องแคล่วด้านการโยงสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการหาถ้อยคำที่มีความหมายเหมือนหรือคล้ายคลึงกันได้อย่างรวดเร็ว

2.3 ความคล่องแคล่วด้านการแสดงออก เป็นความสามารถในการนำคำมาเรียงกันเป็นวลี และเป็นประโยค เพื่อแสดงจุดหมายที่ต้องการได้อย่างเหมาะสม

2.4 ความคล่องแคล่วในการคิด เป็นความสามารถในการคิดสิ่งที่ต้องการโดยผลิตความคิดได้อย่างหลากหลาย

3. ความยืดหยุ่นในการคิด เป็นความสามารถในการคิดนอกกรอบไม่ตกอยู่ภายใต้กฎเกณฑ์ หรือความคุ้นเคย ความยืดหยุ่นมีส่วนสัมพันธ์กับความคิดในการดัดแปลง และความอิสระในการคิด กล่าวคือ ผู้มีความสามารถในการดัดแปลงสูง ย่อมแสดงถึงความสามารถในการยืดหยุ่นสูงด้วย

4. ความละเอียดลออในการคิด หมายถึง การคิดตกแต่งในรายละเอียด เพื่อขยายความหลักให้สมบูรณ์ ความละเอียดลออสัมพันธ์กับความสามารถในการสังเกต ไม่ละเอียดในรายละเอียดเล็กๆ น้อยๆ

หลักความคิดสร้างสรรค์ของ กิลฟอร์ด มุ่งที่ความสามารถของบุคคลที่คิดได้รวดเร็ว กว้างขวางและมีความคิดริเริ่ม ถ้ามีสิ่งกระตุ้นให้เกิดความคิดนั้นๆ สิ่งเร้าที่มากกระตุ้นให้เกิดความคิดนั้นเมื่ออยู่ 4 ชนิด คือ

1. รูปภาพ
2. สัญลักษณ์
3. ภาษา
4. พฤติกรรม

ฮัทชินสัน (สมจิต สวชนไพบูลย์. 2541 ; อ้างอิงจาก Hutchinson. 1949) ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการเชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่เข้าด้วยกัน อันจะนำไปสู่การแก้ปัญหาใหม่ที่อาจใช้ระยะเวลาคิดอันรวดเร็ว หรือยาวนาน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัญหานั้น หรือความคิดสร้างสรรค์ คือ การหยั่งรู้ตนเอง ซึ่งมีลำดับของการคิด ดังนี้

1. ขั้นเตรียม เป็นขั้นรวบรวมประสบการณ์เก่าๆ รู้จักลองผิดลองถูก และตั้งสมมติฐาน เพื่อแก้ปัญหาต่างๆ
2. ขั้นครุ่นคิด เป็นระยะที่มีอารมณ์ต่างๆ เช่น กระวนกระวาย รู้สึกตึงเครียดอันเนื่องจากการครุ่นคิดที่จะแก้ปัญหานั้น แต่ยังไม่คิดไม่ออก
3. ขั้นของการเกิดความคิด เป็นระยะที่เกิดความคิดแวบขึ้นมาในสมองทันทีทันใด มองเห็นวิธีแก้ปัญหานั้นๆ หรือเดาคำตอบออก
4. ขั้นพิสูจน์ เป็นระยะตรวจสอบประเมินผลโดยใช้เกณฑ์ต่างๆ เพื่อดูว่า คำตอบที่คิดนั้นเป็นจริงหรือไม่ จากแนวคิดดังกล่าวสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถที่มีอยู่ในทุกคนและเราสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ อันจะก่อให้เกิดประโยชน์อย่างยิ่งในการนำไปจัดกระบวนการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

3.4 พัฒนาการทางความคิดสร้างสรรค์ระดับมัธยมศึกษา

ลิคอน (อารี พันธุ์ณี. 2537: 61 - 63 ; อ้างอิงจาก Ligon. 1957) ได้ศึกษาพัฒนาการทางความคิดสร้างสรรค์ ของเด็กระหว่างอายุ 12 - 18 ปี สรุปผล ดังนี้

อายุ 12 - 14 ปี ต้องการเรียนรู้และโอกาสเลือก และทดลองทำอาชีพที่สนใจเพื่อเตรียมตัวล่วงหน้า แม้ว่า ในอนาคตเขาจะเปลี่ยนอาชีพใหม่ ระยะนี้เด็กควรได้รับประสบการณ์ในการตัดสินใจในเรื่องต่างๆ และดำเนินการในเรื่องที่ได้ตัดสินใจ เด็กควรได้รับการฝึกวางแผนงานที่น่าตื่นเต้น และให้รู้จักยอมรับและยกย่องเพื่อนๆ และแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ นอกจากนี้ เด็กที่อยู่ในช่วงอายุ 12 - 16 ปี ยังเป็นระยะที่ต้องการ ความช่วยเหลือ เพื่อให้เด็กรู้จักคิด และให้เด็กรู้จักนำความสามารถของเขาไปใช้ เพื่อให้ประสบความสำเร็จในการประกอบอาชีพในอนาคต เป็นช่วงเวลาที่ต้องการให้เด็กได้ทราบความสามารถของตนตามความเป็นจริงเป็นช่วงเวลาที่ต้องการเรียนรู้เกี่ยวกับทักษะในการแก้ปัญหา

อายุ 14 - 16 ปี ช่วงอายุการจินตนาการส่วนมากจะเกี่ยวกับอาชีพที่เด็กมุ่งหวัง ทั้งเด็กหญิงและเด็กชายยังคงชอบการผจญภัย ความสนใจ ทศนคติของเด็กพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็วแม้ไม่คงที่นัก เด็กยังคงต้องเรียนรู้ว่า ตนจะนำหลักการต่างๆ ไปประยุกต์อย่างสร้างสรรค์ได้อย่างไร แต่จะเรียนรู้สิ่งใดถูกสิ่งใดผิด แม้มักกังวลในเรื่องการยอมรับของกลุ่มเพื่อน และมักจะกลัวเกี่ยวกับการสำรวจ ทดสอบความสามารถ

อายุ 16 - 18 ปี ต้องการที่จะใช้จินตนาการของตนเอง อย่างเต็มที่ เด็กมักจะจินตนาการของตนไว้ในแง่ดี มีความทะเยอทะยาน ความสนใจของเด็กมักจะพอมุ่งที่จะกำหนดเกี่ยวกับทัศนคติที่สำคัญของเขา และทำให้ช่วงอายุนี้เป็นช่วงอายุที่เหมาะสมสำหรับได้รับคำแนะนำและทดสอบต่อการเลือกอาชีพ เขามีความสามารถที่จะคิดเกี่ยวกับสิ่งที่ป็นนามธรรมและถ่ายทอดความคิดไปสู่ประสบการณ์โดยเฉพาะได้ เด็กสามารถรู้การใช้อารมณ์อย่างสร้างสรรค์ สามารถแก้ปัญหาและสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างแข็งขันช่วงนี้ ผู้ใหญ่ควรจัดหากิจกรรมที่ส่งเสริมความคิดให้แก่เยาวชนด้วยการจัดกิจกรรมส่งเสริมทักษะ และความสนใจเกี่ยวกับสุนทรียภาพควรได้รับการส่งเสริม ตลอดจนส่งเสริมเยาวชนและเพื่อนๆ ร่วมมือกันทำงาน มากกว่าการให้มีการแข่งขัน การทดสอบทางด้านความสนใจ ความสามารถ และทัศนคติเกี่ยวกับชีวิตได้ประโยชน์อย่างมาก วัยนี้สามารถแก้ปัญหาซึ่งต้องการให้การประยุกต์ในสิ่งที่ได้เรียนไปแล้วมาแก้ปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์เด็กต้องการความช่วยเหลือให้ค้นพบแนวทางที่ยืนหยัดอยู่บนความเชื่อ และต้องการฝึกหัดทางความคิดของตน ผู้ใหญ่ควรช่วยเหลือให้เด็กได้แสดงออกอย่างสร้างสรรค์ หากเด็กเกิดความขัดแย้งขึ้นหลังทางอารมณ์ควรจะใช้ไปในทางสร้างสรรค์มากกว่าทำลาย

3.5 การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จะมีหลักการ เช่นเดียวกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยทั่วไป แต่มุ่งเน้นในแนวทางที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ปลูกฝังให้เด็กมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ หรือมีความชอบและเห็นคุณค่าวิทยาศาสตร์ และมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หลักสูตร 2544 เรียกว่า จิตวิทยาศาสตร์ (Scientific Mind) ซึ่งประกอบด้วย ความสนใจใฝ่รู้ ความอดทนมุ่งมั่นการมีใจกว้าง และยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่น มีความคิดสร้างสรรค์ มีความสงสัยกระตือรือร้นหาคำตอบ และยอมรับเมื่อมีประจักษ์พยานหรือเหตุผลเพียงพอ ซึ่งคุณลักษณะของจิตวิทยาศาสตร์ดังกล่าวสอดคล้องกับลักษณะของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์
2. สร้างลักษณะนิสัยความเป็นคนช่างสังเกต ช่างคิด ช่างสงสัย ตั้งแต่วัยเด็กตอนต้น เช่น การสังเกตเกี่ยวกับธรรมชาติรอบๆ การพูดคุยกับเด็กถึงเรื่องต่างๆ ทั้งที่พบเห็นชีวิตประจำวัน และเมื่อพาเด็กไปยังสถานที่อื่นๆ เด็กจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ และการเปลี่ยนแปลง
3. หาโอกาสพาเด็กไปศึกษาสภาพระบบนิเวศชนิดต่างๆ เพื่อเรียนรู้การดำรงชีวิตของพืชและสัตว์ในสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน
4. จัดหาสื่อเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งอาจเป็นของเล่นที่มีชิ้นส่วนที่แยกและประกอบได้ หนังสือเกี่ยวกับชีวประวัติการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ที่แสดงถึงความพยายามจินตนาการ และการค้นพบความสามารถในการประดิษฐ์คิดค้นในสิ่งที่คาดไม่ถึง
5. จัดหาอุปกรณ์ที่ใช้ทดลองวิทยาศาสตร์อย่างง่าย และปลอดภัยสำหรับเด็กเพื่อให้ได้ทดลองศึกษาในสิ่งที่เด็กสนใจ
6. สนับสนุนให้เด็กได้เข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ เช่น กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ เป็นสมาชิกชมรม ชุมนุมวิทยาศาสตร์ ทำโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อให้เด็กได้แง่มุมในการคิดที่กว้างขวางไม่ยึดติดกับความคิด และวิธีการวิธีใดวิธีหนึ่ง

7. ให้เด็กได้เห็นตัวอย่างการปรับปรุง หรือดัดแปลงวัสดุต่างๆจากผู้ใหญ่ อาจเป็นวัสดุเหลือใช้ นำมาดัดแปลง และควรรีให้เด็กมีส่วนร่วมในการทำงาน เพื่อให้เด็กได้เกิดความคิดสร้างสรรค์ในผลงานที่สำเร็จของตนเอง

3.6 หลักในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์

โรเจอร์ (อารี พันธุ์มณี. 2437: 81 ; อ้างอิงจาก Roger. 1959) ได้เสนอแนะการสร้างสถานการณ์ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ไว้ ดังนี้

1. ความรู้สึกปลอดภัยทางจิตใจ ซึ่งจะสร้างไว้ด้วยกระบวนการที่สัมพันธ์กัน 3 อย่าง คือ
 - 1.1 ยอมรับในคุณค่าของแต่ละบุคคลไม่มีเงื่อนไข ทำให้เด็กสามารถค้นพบสิ่งต่างๆ ที่มีคุณค่า หรือมีความหมายสำหรับตน กล้าที่จะลองสร้างความสำเร็จใหม่ๆ ให้แก่ตนเอง และทำได้เอง โดยไม่มีใครกระตุ้น
 - 1.2 สร้างบรรยากาศที่ไม่มีการวัดผล และประเมินผลจากภายนอก จะทำให้เด็กเกิดความรู้สึกเป็นอิสระ เป็นตัวของตัวเอง และกล้าแสดงออกทั้งความคิด และการกระทำอย่างสร้างสรรค์
 - 1.3 ความเข้าใจยอมรับในตัวตนที่เป็นจริงของเด็ก การแสดงออกต่างๆ รวมถึง ความคิดสร้างสรรค์สิ่งแปลกๆ
2. ความเป็นอิสระทางจิตใจ เป็นการให้อิสระภาพแก่ทุกคนในการจะคิด รู้สึกเป็นอะไรก็ตามที่อยู่ในตัว เป็นการส่งเสริมความเปิดเผย และการแสดงออก และวิธีการรับรู้ การสร้างสิ่งกับ และความหมายโดยตนเอง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของความคิดสร้างสรรค์

ทอแรนซ์ (อารี พันธุ์มณี. 2537: 82 - 83 ; อ้างอิงจาก Torrance. 1959) ได้เสนอหลักในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ไว้หลายประการ โดยเน้นการปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนเป็นสำคัญ ดังนี้

1. การส่งเสริมให้เด็กถามและให้ความสนใจต่อคำถาม และคำถามที่แปลกๆ ของเด็ก
 2. ตั้งใจฟังและเอาใจใส่ต่อความคิดแปลกๆ ของเด็กด้วยใจเป็นกลาง
 3. กระตุ้นหรือรับต่อคำถามแปลกๆ ของเด็กด้วยการตอบคำถามอย่างมีชีวิตชีวาหรือชี้แนะให้เด็กตอบคำถามจากแหล่งต่างๆ ด้วยตนเอง
 4. แสดงเน้นให้เด็กเห็นว่า ความคิดของเด็กนั้นมีคุณค่าและนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้
 5. กระตุ้นและส่งเสริมให้เด็กได้เรียนรู้ด้วยตนเอง ให้โอกาส และเตรียมการให้เด็กเรียนรู้ด้วยตนเอง และยกย่องเด็กที่มีการเรียนรู้ด้วยตนเอง ครูเปลี่ยนบทบาทเป็นผู้ชี้แนะลดการบรรยายและการอธิบาย เพิ่มการให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการริเริ่มบทบาทด้วยตนเองให้มากขึ้น
 6. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ ค้นคว้าอย่างต่อเนื่องอยู่เสมอ โดยไม่ต้องใช้วิธีให้คะแนน การทดสอบ หรือการตรวจสอบ เป็นต้น
 7. พึงระลึกว่า การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในเด็ก จะต้องใช้เวลาพัฒนาอย่างค่อยเป็นค่อยไป
 8. ส่งเสริมให้เด็กใช้จินตนาการของตนเอง และยกย่องชมเชยเด็กที่มีจินตนาการที่แปลกและมีคุณค่า
- บลอนท์ และ คลอสไมเยอร์ (อารี พันธุ์มณี. 2537: 83 ; อ้างอิงจาก Blaunt ; & Klausmier. 1965) ได้เสนอแนะวิธีการที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ไว้ ดังนี้
1. สนับสนุนและกระตุ้นการแสดงความคิดหลายๆ ด้าน ตลอดจนการแสดงออกทางอารมณ์

2. เน้นสถานการณ์ที่ส่งเสริม ความสามารถอันจะนำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์ไม่จำกัดการแสดงออกของนักเรียนให้เป็นไปในรูปแบบเดียวตลอด

3. ไม่หล่อหลอม หรือกำหนดแบบให้เด็กและนักเรียนให้มีความคิด และบุคลิกภาพเหมือนกันหมด ควรสนับสนุน และส่งเสริมการผลิตสิ่งแปลกๆ ใหม่ๆ ตลอดจนความคิด และวิธีการที่แปลกใหม่เสมอ

4. การไม่เข้มงวดกวดขัน หรือยึดมั่นในจารีตประเพณี ซึ่งยอมรับการกระทำเพียง 2 หรือ 3 อย่างเท่านั้น สิ่งอื่นใดที่นอกเหนือไปจากแบบแผนผิดทั้งหมด

5. อย่าสนับสนุนหรือให้รางวัล แต่เฉพาะผลงานที่เป็นที่ยอมรับกันแล้วผลงานแปลกใหม่ๆ ควรได้รับคำชมเชยด้วย

3.7 อุปสรรคของความคิดสร้างสรรค์

การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์จะมีอุปสรรคที่จะสกัดกั้น หรือกีดขวางไม่ให้ความคิดสร้างสรรค์พัฒนาไปเท่าที่ควร อุปสรรคเหล่านั้นเกิดขึ้นจากปัจจัยหลายๆ ด้าน ซึ่งนักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ให้รายละเอียดไว้ ดังนี้

อารี พันธมณี (2537: 122) กล่าวถึง อุปสรรคของความคิดสร้างสรรค์ไว้ ดังนี้

1. การไม่ชอบให้ซักถาม หมายถึง การที่ผู้ใหญ่ไม่ชอบและมาสนับสนุนให้เด็กเป็นคนช่างซักช่างถาม หรือยับยั้งการถามและรู้สึกรำคาญ ไม่พอใจที่เด็กซักถามบ่อยๆ โดยเฉพาะคำถามแปลกๆ การกระทำดังกล่าวจะไม่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ และยับยั้งลึกรอนขจัดความอยากรู้อยากเห็นของเด็กให้หมดไป

2. การเอาอย่างกันหรือกระทำตามกัน หมายถึง การกระทำที่ชอบ เอาอย่างกันคิดตามกัน สิ่งในสิ่งที่เคยมี ไม่กล้าคิดและกระทำให้แตกต่างจากคนอื่นหรือของเดิม เพราะกลัวถูกหัวเราะเยาะ กลัวสังคมไม่ยอมรับ

3. การเน้นบทบาทและความแตกต่างทางเพศมากเกินไป หมายถึง การที่สังคมได้กำหนดบทบาทเพศหญิงและเพศชายอย่างเคร่งครัด ทำให้ทั้งสองเพศไม่กล้าล่วงล้ำในขีดกำหนดไว้ซึ่งที่ตนเองมีความสามารถ

4. วัฒนธรรมที่เน้นความสำเร็จและประณามความล้มเหลว หมายถึง การที่สังคมมีค่านิยมต่อความสำเร็จมากเกินไป เมื่อทำสิ่งใดแล้วต้องทำให้สำเร็จ ความล้มเหลวเป็นสิ่งที่ไม่ยอมรับและทำให้อับอาย ลักษณะเหล่านี้เป็นเหตุทำให้เกิดความหวาดกลัว ไม่กล้าทดลองความคิด ความสนใจหรือวิทยาการใหม่ๆ ที่นำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์

5. บรรยากาศที่เคร่งครัด และเอาจริงเอาจังมากเกินไป หมายถึง การกระทำและความคิดทุกอย่างต้องอยู่ในระเบียบแบบแผนอย่างเคร่งครัด จะคลาดเคลื่อนหรือเบี่ยงเบนแม้แต่เล็กน้อยถือเป็นความผิดอันยิ่งใหญ่และไม่สามารถให้อภัยได้ บรรยากาศที่เคร่งครัด และเอาจริงเอาจังจะทำให้เด็กรู้สึกอึดอัด หวาดกลัว และไม่กล้าคิดสร้างสรรค์

6. ความกลัว หมายถึง ความไม่กล้าคิด ไม่กล้าแสดงออก และไม่กล้ากระทำสิ่งใหม่ เพราะกลัวถูกหัวเราะเยาะ กลัวการถูกตำหนิติเตียน ความกลัวทำให้เป็นคนล้าหลัง ขาดความเชื่อมั่น อึดอัดใจและตื่นตกใจง่าย เป็นเหตุให้สมองไม่สามารถคิด และทำงาน อย่างมีประสิทธิภาพ

7. ความมีอคติหรือความลำเอียง หมายถึง ความเชื่อและคิดตามทัศนะของตนลำเอียงและยึดมั่นกับความเข้าใจของตนเอง โดยไม่ยอมรับรู้อะไรใหม่ ทำให้เกิดทัศนะที่คับแคบไม่ยอมเชื่อถือแนวทางอื่นๆ คิดเพียงว่าคำตอบที่ถูกต้องมีเพียงคำตอบเดียวเท่านั้น

8. ความเฉื่อยชา หมายถึง ความอืดอาด เชื่องช้าและความล่าช้าในการริเริ่มทั้งความคิดและการกระทำ ขาดแรงกระตุ้นที่จะผลักดันให้ทำสิ่งใหม่ๆ ความเฉื่อยชาจึงเป็นศัตรูสำคัญของงานทุกชนิด และไม่เหมาะสมในสภาพสังคมที่กำลังเปลี่ยนแปลง ก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็วทั้งทางเทคโนโลยีและอื่นๆ

9. ความเกียจคร้าน หมายถึง ลักษณะที่ทำให้ผ่านไปไม่เอาจริงเอาจังในสิ่งใด ทำงานไม่เต็มที่ ไม่เต็มความสามารถ ชอบแต่ความสบาย บุคคลที่มีความเกียจคร้านจะไม่สามารถสร้างสรรค์ผลงานที่ดีที่สุดได้

ซิมเบอร์ก (โรจัน กิมสูงเนิน. 2537: 34 ; อ้างอิงจาก Simpberg. 1971: 119) กล่าวว่า อุปสรรคที่ขัดขวางการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของบุคคลมี 3 ประการ

1. อุปสรรคด้านการรับรู้ ได้แก่ การที่คนเราไม่สามารถมองเห็นปัญหาที่แท้จริงได้ เป็นเหตุให้การแก้ปัญหาดำเนินไปโดยปราศจากเป้าหมายที่ชัดเจน และแน่นอน ตัวอย่างอุปสรรคประเภทนี้ ได้แก่

1.1 ความยากในการจำแนกปัญหาที่แท้จริงจากปัญหาทั่วไป

1.2 การมองปัญหาแคบเกินไป ขาดการพิจารณาสภาพแวดล้อมของปัญหานั้น

1.3 ความสามารถที่จะทำให้คำจำกัดความ หรือนิยามของปัญหาเป็นเหตุให้สื่อความเข้าใจได้ไม่

ตรงกัน

1.4 ความไม่สามารถที่จะใช้ประสาทสัมผัส ทั้งหลายในการสังเกต การสังเกตนั้น เราสามารถใช้ประสาทสัมผัสทั้งหมด คือ ตาหู จมูก และกายสัมผัสช่วยในการสังเกตได้

1.5 ความยากที่จะมองเห็นความสัมพันธ์ของวัตถุ หรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกันน้อย ทำให้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้

1.6 การมองข้ามสิ่งที่ใกล้ตัวหรือสิ่งที่เด่นชัด ซึ่งบางครั้งความเคยชินกับปัญหา หรือสถานการณ์ที่คุ้นเคยอาจทำให้มองข้ามประเด็นที่น่าสนใจไปได้

1.7 ความล้มเหลวในการจำแนกเหตุและผล มีหลายสถานการณ์ที่ยากแก่การแยกแยะได้อย่างชัดเจนว่า อะไรเป็นผลแก่กัน เช่น การสังเกตพบว่า นักศึกษาที่เริ่มเรียนอ่อนมักจะมีเพื่อนมากกว่านักศึกษาที่เรียนเก่ง จึงเป็นปัญหาว่า การสูบบุหรี่เป็นสาเหตุต่อการเรียนอ่อน และการสูบบุหรี่เป็นผลร่วมมาจากสาเหตุอื่นๆ หรือไม่ได้เกี่ยวข้องกันเลยเป็นต้น ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงจะไม่สรุปสาเหตุและผลจนกว่าจะรู้แน่ชัดเสียก่อน

2. อุปสรรคด้านวัฒนธรรม เป็นผล เนื่องมาจากกฎเกณฑ์ของสังคม ซึ่งเป็นสิ่งที่กำหนดให้บุคคลต้องมีพฤติกรรมอยู่ในกรอบระเบียบแบบแผน ทำให้มีผลต่อการสกัดกั้นความท้าทายต่อการคิดค้นและการเปลี่ยนแปลง อันเป็นคุณลักษณะความคิดสร้างสรรค์ของตัวบุคคล อุปสรรคประเภทนี้ ได้แก่

2.1 ความต้องการทำตามแบบอย่างในกรอบที่ไม่แตกต่างจากผู้อื่น ทำให้รูปแบบพฤติกรรมและการมองปัญหาคล้ายคลึงกัน การหาวิธีแก้ปัญหาที่ยืดติดกับระเบียบแบบแผนมากไป ทำให้บางครั้งไม่สามารถแก้ปัญหาได้

2.2 การมุ่งเน้นความประหยัด และให้ความสามารถปฏิบัติได้เกินไป ซึ่งมีผลทำให้เกิดการตัดสินใจที่รวดเร็วเกินไป ทำให้บุคคลไม่พยายามที่จะใช้ความคิดของตนในสิ่งใหม่ๆที่แปลกใหม่ซ้ำกับของเดิม เพราะการกระทำเช่นนี้ต้องลงทุนทั้งเวลา และเงินมากขึ้น ซ้ำยังไม่แน่ใจในความสำเร็จอีกด้วย

2.3 ความกลัวที่จะเป็นคนไม่สุภาพเรียบร้อย กลัวผู้อื่นเห็นว่า เป็นบุคคลที่น่ารำคาญ จึงทำให้ขาดความอยากรู้อยากเห็น ไม่กล้าซักถาม หรืออภิปรายในสิ่งที่ตนยังไม่เข้าใจ ทำให้กลายเป็นคนที่ขาดจิตสำนึกแห่งการสืบค้น

2.4 การมุ่งเน้นเรื่องการแข่งขัน หรือการร่วมมือกันน้อยเกินไป บุคคลทั่วไปมักคิดว่าการร่วมมือกันนั้น แต่ละคนจะต้องลดความคิดของตนเองลง เพื่อให้สอดคล้องกับความคิดของกลุ่มหรือลดความขัดแย้งลง ซึ่งเป็นที่เข้าใจไม่ถูกต้องนัก ความจริง ความร่วมมือ หมายถึงการทำงานร่วมกับบุคคลอื่นได้ โดยต้องสามารถอธิบายหรือชี้แจงความคิดของตน ให้ผู้อื่นเข้าใจหรือยอมรับได้ ส่วนการมุ่งแข่งขันจนเกินไปนั้น ก็มีผลทำให้บุคคลมองข้ามเป้าหมายที่แท้จริงของงานนั้นไป โดยมุ่งจะเอาชนะแต่อย่างเดียว ทำให้ละเลยความคิดริเริ่มของตนไป

2.5 การยึดมั่นสถิติมากเกินไป การยึดมั่นหรือเชื่อตัวเลขโดยไม่พิจารณาตัวแปรอื่นๆที่เกี่ยวข้องรวมทั้งสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป ทำให้เข้าใจในสภาพความเป็นจริงที่ผิดไปได้

2.6 ความยากในการสรุปอ้างอิงพฤติกรรมของบุคคล เพราะแต่ละคนก็มีพฤติกรรมเป็นเอกลักษณ์ของตนเอง จึงเป็นการยากในการมอบหมายงานที่เหมาะสมกับแต่ละบุคคล

2.7 การยึดมั่นในเหตุผลและความจริงมากเกินไป หรือการหลงเชื่อความจริงในอดีตมากเกินไป มีผลให้บุคคลขาดความคิดสร้างสรรค์ได้ เช่น หากคนเราเชื่อว่า พาหนะที่เบากว่าอากาศเท่านั้นที่สามารถบินได้ จนบัดนี้ก็ยังคงไม่มีเครื่องบินใช้แน่

2.8 การขาดความประนีประนอม ในความคิดเห็นที่ไม่สอดคล้องกันเข้าด้วยกัน ส่วนมากแล้วบุคคลจะมีแนวโน้มที่ต่อต้าน หรือไม่ยอมรับความคิดที่ไม่ตรงกับตนโดยสิ้นเชิง และจะยอมรับความคิดที่ตรงกับตนในทันที ลักษณะเช่นนี้ จะมีผลทำให้ไม่เกิดความคิดใหม่ขึ้นมา

2.9 การมีความรู้เกี่ยวกับขอบข่ายงานที่ปฏิบัติมากน้อยเกินไป บุคคลที่มีความรู้น้อยหรือแคบเกินไปก็ไม่สามารถนำมาอภิปรายและสร้างสรรค์ ให้เกิดความคิดริเริ่มใหม่ขึ้นมาเช่นเดียวกัน บุคคลที่มีความรู้มากหรือเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้นๆ จะมีความรู้สึกว่าคุณคิดของตนเองถูกต้องดีกว่าผู้อื่นเสมอ จึงไม่รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นเลย ลักษณะเช่นนี้ก็เป็นอุปสรรคต่อความคิดสร้างสรรค์ของบุคคลในองค์กรนั้นๆ

2.10 การมีความเชื่อว่า ความคิดฝืนเป็นสิ่งที่ไร้ค่า บุคคลจึงไม่ยอมรับฟังความคิดฝืนในสิ่งใหม่ๆที่แปลกใหม่ โดยเห็นว่าเป็นเรื่องไร้สาระ ซึ่งความเป็นจริงแล้ว ประดิษฐ์กรรมใหม่ๆ ที่เกิดขึ้นนั้น ส่วนใหญ่จะได้อมาจากความคิดฝืนมาก่อนทั้งสิ้น

3. อุปสรรคทางอารมณ์ จัดเป็นอุปสรรคที่สำคัญประการหนึ่ง ทั้งนี้เพราะอารมณ์ของบุคคล อันได้แก่ ความโกรธ ความกลัว ความรัก และความเกลียด เป็นต้น นับว่ามีความสำคัญต่อปัญหาและเหตุผล ถ้ามีอารมณ์เกิดขึ้นสูง ความสามารถทางปัญญาและเหตุผลของคนนั้นจะต่ำลง นั่นคือ อารมณ์เป็นตัวสกัดกั้นความคิดและเหตุผล ตลอดจนความคิดสร้างสรรค์ของบุคคลอุปสรรคทางอารมณ์ที่สำคัญ ได้แก่

3.1 ความกลัวที่จะทำผิด หรือทำในสิ่งที่ผู้อื่นมองว่าโง่ ด้วยความกลัวเช่นนั้น จะทำให้สูญเสียความคิดดีๆ ไป เพราะถ้าความคิดไม่กล้าที่จะเสนอความคิดนั้นออกมาด้วยเกรงจะถูกผู้อื่นมองว่าเป็นเรื่องไร้สาระ

3.2 การด่วนที่จะตัดสินใจรับความคิดเห็นอันแรกที่จะเกิดขึ้น โดยไม่เปิดโอกาสคิดหาแนวทางอื่นที่แตกต่างออกไป ความจริงความคิดเห็นอันแรกนั้น อาจไม่ใช่ความคิดที่ดีที่สุดเสมอไป อาจจะมีความคิดเห็นที่ดีกว่าได้ ถ้ายอมรับตั้งแต่แรกแล้วจะเป็นการสกัดกั้นความคิดอื่นๆ ไป

3.3 ความยึดติดกับความคิดของตนเอง และยากที่จะเปลี่ยนแปลงความคิดหรือข้อเสนอแนะของผู้อื่น และจะต้องต่อต้านความคิดที่ไม่ตรงกับความคิดของตนเองด้วย

3.4 ความไม่อดทนอดกลั้นต่อการแสวงหาวิธีแก้ปัญหาที่ยุงยาก บุคคลทั่วไปจะมุ่งหวังในผลสำเร็จไว้อย่างสูง เมื่องานนั้นประสบปัญหา ก็จะเกิดความคับข้องใจ และมุ่งแก้ปัญหาแบบหวั่นหวาด ไม่พยายามที่จะรวบรวมสติและความคิดในการหาหนทางอื่น

3.5 ความต้องการความปลอดภัยสูงเกินไป ทุกคนมีความต้องการความปลอดภัย แต่ถ้าความต้องการสูงเกินไปก็ทำให้เป็นโรคประสาทได้ และเมื่อบุคคลต่างมุ่งไปที่ความปลอดภัยของตนเองแล้ว ก็จะมีผลทำให้ละเลยต่อโอกาสที่จะได้รับรู้สิ่งใหม่ๆ ไปอย่างน่าเสียดาย

3.6 ความกลัวต่อการนิเทศและแนะนำ ไม่ไว้วางใจเพื่อนร่วมงาน เช่นนี้ทำให้บุคคลขาดความเชื่อมั่น และความไว้วางใจซึ่งกันและกัน อันเป็นพื้นฐานสำคัญต่อการสกัดกั้นความสามารถในการแก้ปัญหา และการกระทำกิจกรรมสร้างสรรค์

3.7 การขาดความพยายามที่จะแก้ปัญหาโดยตลอดจนสำเร็จ บุคคลส่วนมากชอบที่จะดำเนินการใหม่ๆ และให้ความสนใจกับโครงการระยะสั้นๆ ในระยะยาวบุคคลมักจะขาดความเอาใจใส่ติดตามแก้ปัญหาและหาวิธีใหม่ๆ มาดำเนินการให้โครงการนี้ สำเร็จลุล่วงด้วยดี

3.8 การขาดแรงจูงใจในการแก้ปัญหา สาเหตุเกิดจากขาดผู้เห็นด้วย หรือขาดการเอาใจใส่ติดตามปัญหาที่ตนได้เสนอ อาจเป็นเพราะไม่แน่ใจในแนวทางแก้ปัญหานั้นหรือมีความรู้ความเข้าใจไม่เพียงพอ จึงมีผลทำให้ผู้เสนอทางแก้ปัญหานั้นขาดแรงจูงใจที่คิดต่อ

3.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

ลัดดา อุตสาหัส (2518: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า ความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ในด้านความคล่องแคล่วในการคิดมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและต่ำแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชายกับนักเรียนหญิง ในด้านความคล่องในการคิด และความยืดหยุ่นในการคิดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความคิดริเริ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

มิ่งขวัญ ศิริบุญ (2545) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกคิด แบบมีประสิทธิภาพของ เดอ โบโน และการคิดแบบแก้ปัญหาอนาคตตามแนวคิดของ ทอเรนซ์ ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวิสุทธิกษัตริย์ อำเภอพระประแดงจังหวัดสมุทรปราการ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นหลังจากการได้รับการฝึกคิด แบบมีประสิทธิภาพของ เดอ โบโน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุมาลี ขำอิน (2545) ได้ทำการศึกษผลของการฝึกคิด อย่างมีประสิทธิภาพของ เดอ โบโน ควบคู่กับการเสริมแรงทางสังคมที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสุเหร่าศาลาแดง เขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร พบว่า นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้น หลังจากการได้รับการฝึกคิดอย่างมีประสิทธิภาพของ เดอ โบโน ควบคู่กับการเสริมแรงทางสังคม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ได้รับการฝึกคิด อย่างมีประสิทธิภาพของเดอ โบโน ควบคู่กับการเสริมแรงทางสังคม มีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มมากกว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกคิดอย่างมีประสิทธิภาพของ เดอ โบโน ควบคู่กับการเสริมแรงทางสังคม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

พินิกส์ (Penick. 1976: 307 - 324) ได้ทำการวิจัย เรื่อง ผลการสอน 2 แบบต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน เกรด 5 การสอน 2 แบบ คือ การสอนโดยให้นักเรียนเป็นผู้ทำกิจกรรมต่างๆ ด้วยตนเอง (SSLS) และการสอน โดยให้ครูเป็นผู้กำหนดกิจกรรมแก่นักเรียน(TSLS) ผลปรากฏว่า กลุ่มที่สอนโดยให้นักเรียนเป็นผู้ทำกิจกรรมต่างๆ ด้วยตนเอง (SSLS) และการสอน โดยให้ครูเป็นผู้กำหนดกิจกรรมแก่นักเรียน (TSLS) ไม่มีความแตกต่างกัน ในเรื่องความคิดสร้างสรรค์ทางภาษา ส่วนความคิดสร้างสรรค์ในเรื่องรูปภาพ พบว่า กลุ่มที่สอน โดยให้นักเรียนเป็นผู้ทำกิจกรรมต่างๆ ด้วยตนเอง (SSLS) มีคะแนนสูงกว่ากลุ่มที่สอน โดยให้ครูเป็นผู้กำหนดกิจกรรมแก่นักเรียน (TSLS) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ฟอสเตอร์ (Foster. 1982) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ และการแก้ปัญหาเป็นในกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เกรด 5 และเกรด 6 จำนวน 111 คน โดยแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มควบคุมทำการทดลองวิทยาศาสตร์เพียงลำพังคนเดียวส่วนกลุ่มทดลองทำการทดลองวิทยาศาสตร์ร่วมกับเพื่อน 4 - 5 คน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลอง มีความคิดสร้างทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อัลบาโน (Albano. 1987) ได้ทำการทดลองฝึกความคิดสร้างสรรค์ ภายใต้สมมติฐานความคิดสร้างสรรค์ประกอบทักษะทางสมอง 4 ประการ คือ ทักษะด้านจินตนาการ ทักษะด้านอุปมา ทักษะด้านโยงความสัมพันธ์ และทักษะด้านการเปลี่ยนรูป กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นทหารสังกัดหน่วยสื่อสารอิเล็กทรอนิกส์ใน รัฐนิวเจอร์ซีย์ สหรัฐอเมริกาจำนวน 66 คน ใช้เวลาในการฝึก 20 ชั่วโมง ระหว่างเดือนมิถุนายน ถึง กรกฎาคม 1985 โดยใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ ทอเรนซ์ ทั้งฉบับรูปภาพและภาษาเป็นเครื่องมือวัดตัวแปรตาม ผลการทดลองพบว่ากลุ่มตัวอย่าง มีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ พบว่า ความคิดสร้างสรรค์สามารถพัฒนาได้ เมื่อมีการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมในรูปแบบหลากหลาย ที่มีผลต่อการพัฒนาสมองพร้อมทั้งมีส่วนร่วมในการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย
3. แบบแผนการทดลอง
4. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การจัดกระทำข้อมูลวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนราชประชานุเคราะห์ ฝ่ายมัธยม รัชดาภิเษก ในพระบรมราชูปถัมภ์ ตำบลบางจาก อำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 7 ห้อง รวมทั้งสิ้น 315 คน

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/12 โรงเรียนราชประชานุเคราะห์ ฝ่ายมัธยม รัชดาภิเษก ในพระบรมราชูปถัมภ์ ตำบลบางจาก อำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 50 คน ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยวิธีจับสลากจากจำนวนนักเรียน 7 ห้องเรียน มา 1 ห้อง โดยมีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) เพื่อเป็นกลุ่มทดลอง

เนื้อหาที่ใช้การวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สาระที่ 2: ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ระบบนิเวศ โดยมีหัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. ความหมายของระบบนิเวศ
 - 1.1 กลุ่มสิ่งมีชีวิต
 - 1.2 แหล่งที่อยู่
 - 1.3 สิ่งแวดล้อม

2. โครงสร้างของสิ่งมีชีวิตภายในระบบนิเวศ
 - 2.1 ผู้ผลิต (Producer)
 - 2.2 ผู้บริโภค (Consumer)
 - 2.3 ผู้ย่อยสลาย (Decomposer)
3. ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ร่วมกันในระบบนิเวศ
4. การถ่ายทอดพลังงาน
5. วัฏจักรของสาร

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีรูปแบบการทดลอง (Experimental Design) ชนิดกลุ่มเดียวทดสอบก่อนและหลังการทดลอง One Group Pretest-Posttest Design (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543:59-62) ซึ่งมีแบบแผนการทดลอง ดังนี้

ตาราง 1 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	การทดลอง	สอบหลัง
(R) E	T₁	X	T₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

(R) E	แทน	กลุ่มทดลองที่ได้มาโดยการสุ่ม
T ₁	แทน	การทดสอบก่อนเรียน
T ₂	แทน	การทดสอบหลังเรียน
X	แทน	การจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
3. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

1. ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์

ในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

- 1.1 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง คำอธิบายรายวิชาและหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ระบบนิเวศ พุทธศักราช 2544
- 1.2 ศึกษาเนื้อหา ค้นคว้าความรู้ที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง ระบบนิเวศ
- 1.3 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับเกมวิทยาศาสตร์
- 1.4 สร้างและเลือกเกมวิทยาศาสตร์ตามหลักการคัดเลือกเกมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ของ ทูรบูลด์และซาโบ (วิลเลอร์ ดำสะอาด. 2541: 28; อ้างอิงจาก Trueblood; & Szabo. 1977: 35-34) ดังนี้
 - 1.4.1 เหมาะสมกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้
 - 1.4.2 เหมาะสมกับวัย ความสามารถ ความสนใจ และวุฒิภาวะของนักเรียน
 - 1.4.3 ผู้เรียนส่วนมากหรือหมดมีโอกาสดูร่วมกิจกรรม
 - 1.4.4 เป็นเกมที่มีกฎ กติกาต่างๆ แต่ซับซ้อนในตัวเอง
 - 1.4.5 อุปกรณ์การเล่นหาง่าย ท่าง่าย หรือมีราคาที่ไม่แพง
- 1.5 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์
- 1.6 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ (ด้านความรู้, ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์, ด้าน เจตคติทางวิทยาศาสตร์) กระบวนการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล แหล่งการเรียนรู้และสื่อการเรียนรู้
- 1.7 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 แผน 14 ชั่วโมง ซึ่งแต่ละ แผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้
 - 1.7.1 สาระสำคัญ
 - 1.7.2 จุดประสงค์การเรียนรู้
 - 1.7.3 สาระการเรียนรู้
 - 1.7.4 กระบวนการจัดการเรียนรู้
 - 1.7.5 แหล่งการเรียนรู้/สื่อการเรียนรู้
 - 1.7.6 การวัดและประเมินผล
- 1.8 นำเกมวิทยาศาสตร์ที่สร้างไว้มาจัดลำดับลงในแผนการจัดการเรียนรู้ให้ตรงกับจุดประสงค์ การเรียนรู้และขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ โดยให้เหมาะสมกับเนื้อหา ช่วงเวลา และกิจกรรมการเรียนการสอน โดยมีความต่อเนื่องกันในแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน ดังตารางที่ 2

ตาราง 2 เกมวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ชั่วโมงที่	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	ชื่อเกม/ลักษณะเกม
1-2	ความหมายของระบบนิเวศ	อธิบายความหมายของระบบนิเวศ	เกมตะลุยกาแฟนมหัตถ์จรรย์ (เกมค้นหาคำศัพท์)
3-4	โครงสร้างของสิ่งมีชีวิต ภายในระบบนิเวศ	อธิบายความสัมพันธ์ของโครงสร้าง ของสิ่งมีชีวิตภายในระบบนิเวศ	เกมปริศนาสามก๊ก (เกมซูโดกุ)
5-6	ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต ที่อาศัยรวมกันในระบบนิเวศ	อธิบายความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต ที่อาศัยรวมกันในระบบนิเวศ	เกม you & me (เกมจับคู่)
7-8	การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ	อธิบายการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ	เกม food chain-web (เกมค้นหาคำศัพท์)
10-12	วัฏจักรของสาร	อธิบายการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ	เกม Cycle (เกมอักษรไขว้)

1.9 วิธีการหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

1.9.1 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องด้านความเหมาะสมของเนื้อหา ความสอดคล้องของผลการเรียนรู้ ที่คาดหวังกับกระบวนการจัดการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมและความถูกต้องของภาที่ใช้ โดยพิจารณาค่าดัชนี ความสอดคล้อง (IOC) ที่มีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ตลอดจนข้อบกพร่องอื่นๆ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

1.9.2 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนราชประชานุเคราะห์ ฝายมัธยม รัชดาภิเษก ในพระบรมราชูปถัมภ์ ตำบลบางจาก อำเภอ พระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3-5 คน เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ ความถูกต้องเหมาะสมของภาษา เวลาของกิจกรรม และบันทึกปัญหาข้อบกพร่องต่างๆ ที่พบ เช่น ระยะเวลาที่ใช้ การสื่อความหมาย กิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อนำไปแก้ไขปรับปรุง

1.9.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองกับนักเรียนจำนวน 30 คน เพื่อหาข้อบกพร่องในการสื่อความหมายกิจกรรมการเรียนการสอน ระยะเวลาที่ใช้ในการสอน เพื่อปรับปรุงแก้ไขจนเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์ก่อนนำไปใช้ทดลองจริง

เกณฑ์ที่ใช้ในการปรับปรุงกิจกรรมที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยเกม วิทยาศาสตร์นั้นให้พิจารณาจากการตอบคำถามหลังจากเล่นเกมในแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนและแบบทดสอบท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ในเกณฑ์มาตรฐานอย่างน้อย 80/80

80 ตัวแรก หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดทำไปงานท้ายกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ได้คะแนนไม่ต่ำกว่า 80 %

80 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์ได้คะแนนไม่ต่ำกว่า 80 %

เมื่อพิจารณาข้อมูล 80 ตัวแรก และ 80 ตัวหลัง ถ้าถึงเกณฑ์ 80/80 ก็ถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ แต่ถ้าไม่ถึงเกณฑ์ 80/80 ถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่สมบูรณ์ต้องปรับปรุงแก้ไข ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

1.9.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2. ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ ตามขั้นตอน ดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผล การสร้างเครื่องมือวัดผลสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2.2 ศึกษาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สาระที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ระบบนิเวศ จากหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งพฤติกรรมที่จะวัดออกเป็น 4 ด้าน ดังนี้

2.2.1 ด้านความรู้-ความจำ

2.2.2 ด้านความเข้าใจ

2.2.3 ด้านการนำไปใช้

2.2.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.3 สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ ตามตารางวิเคราะห์ข้อทดสอบในข้อที่ 2

2.5 วิธีการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

2.5.1 นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบ ลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ความสอดคล้อง กับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ความถูกต้องด้านภาษา เพื่อปรับปรุงแก้ไข โดยการคัดเลือกข้อสอบที่มีดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ≥ 0.50 ขึ้นไป

2.5.2 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เคยเรียนเรื่องนี้มาแล้ว ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 100 คน เพื่อหาความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ

2.5.3 นำกระดาษคำตอบที่ผู้เรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน โดยข้อที่ตอบผิดหรือตอบเกิน 1 คำตอบ ให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจสอบคะแนนเรียบร้อยแล้ว นำมาเรียงค่าคะแนน จากสูงไปหาต่ำ ตัดกลุ่มสูงโดยใช้สัดส่วน 27 % แล้วแยกกระดาษคำตอบออกเป็น 2 ชุด กลุ่มสูง 1 ชุด กลุ่มต่ำ 1 ชุด

2.5.4 หาความยากง่าย(p) และค่าอำนาจจำแนก(r) ของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27 % ของ จุง-เตห์-ฟาน (Chung The Fan. 1952: 6-32)

2.5.5 คัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่าย(p) อยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จาก 60 ข้อ คัดเลือกไว้จำนวน 30 ข้อ พบว่ามีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.43-0.74 และมค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.22-0.63

2.5.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่คัดเลือกไว้ 30 ข้อ ไปทดสอบกับผู้เรียน เรื่อง ระบบนิเวศ ที่เคยเรียนเรื่องนี้มาแล้วและไม่ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 100 คน เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยคำนวณจากสูตร K- R20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543: 123) ได้ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ .98

2.5.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพไปใช้กับนักเรียน กลุ่มตัวอย่างช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนราชประชานุเคราะห์ ฝายมัธยม รัชดาภิเษก ในพระบรมราชูปถัมภ์

3. ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอน ดังนี้

3.1 ศึกษาทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ และเนื้อหาสาระ วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ

3.2 สร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ให้สอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ และเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบอัตนัย มีทั้งหมด 3 ข้อ โดยวัดความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม

3.3 นำแบบทดสอบความสามารถ ด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงประจักษ์ โดยพิจารณา ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบกับลักษณะพฤติกรรม (IOC) ที่มีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

3.4 นำแบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มาปรับปรุงแก้ไข แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 100 คน เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค ได้ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ .78

3.5 นำแบบทดสอบไปหาความสอดคล้องในการตรวจแบบทดสอบ

ลักษณะของแบบทดสอบ

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นแบบสถานการณ์ปลายเปิด ประเภทเขียนตอบ 3 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบข้อละ 10 นาที รวมทั้งสิ้น 30 นาที โดยมีรายละเอียด ดังนี้

การตรวจให้คะแนน

การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ข้อ พิจารณาคำตอบของนักเรียนในแต่ละข้อ โดยในแบบทดสอบแต่ละข้อจะตรวจให้คะแนน 3 ด้าน คือ ความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์และความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแต่ละข้อไม่มีคะแนนเต็ม แต่จำกัดเวลา การตรวจให้คะแนนมีหลัก ดังนี้

1. คะแนนความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์ ให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนนโดยนับจากคำตอบที่นักเรียนตอบได้ ไม่ว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับคนอื่นหรือไม่
2. คะแนนความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ ให้คะแนนโดยนับจำนวนกลุ่มหรือจำนวนประเภทของคำตอบโดยนำคำตอบจากการให้คะแนนความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์ไปจัดกลุ่มหรือประเภทใหม่ คำตอบใดเป็นคำตอบในทิศทางเดียวกันหรือความหมายเดียวกันจัดเป็นกลุ่มเดียวกัน แล้วนับจำนวนกลุ่มและให้คะแนนตามจำนวนกลุ่มหรือประเภทของคำตอบที่จัดไว้ โดยให้กลุ่มละ 1 คะแนน
3. ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ให้คะแนนเฉพาะที่แปลกใหม่ไม่ซ้ำกับนักเรียนคนอื่นที่เข้าสอบโดยมีการให้คะแนนความคิดริเริ่ม ดังนี้

คำตอบที่ซ้ำกันเกิน 5 คนขึ้นไป	ให้ 0 คะแนน
คำตอบที่ซ้ำกัน 5 คน	ให้ 1 คะแนน
คำตอบที่ซ้ำกัน 4 คน	ให้ 2 คะแนน
คำตอบที่ซ้ำกัน 3 คน	ให้ 3 คะแนน
คำตอบที่ซ้ำกัน 2 คน	ให้ 4 คะแนน
คำตอบที่ซ้ำกัน 1 คน หรือไม่ซ้ำกับคนอื่น	ให้ 5 คะแนน

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคนได้จากผลรวมของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ในแต่ละด้าน ได้แก่ ความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์และความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์จากทั้ง 2 ข้อ มารวมกัน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ต้องมีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนราชประชานุเคราะห์ ฝายมัธยม รัชดาภิเษก ในพระบรมราชูปถัมภ์ โดยการจับสลากจากจำนวนนักเรียน 7 ห้องเรียนมา 1 ห้องเรียน ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 50 คน
2. ก่อนการจัดการเรียนรู้ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) กับกลุ่มตัวอย่าง ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แล้วนำผลการสอบมาตรวจให้คะแนน
3. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้เอง ใช้เวลาในการทดลอง 12 ชั่วโมง โดยแบ่งเป็นสัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง จำนวน 4 สัปดาห์
4. เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนที่ระบุในแผนการจัดการเรียนรู้ตามกำหนดแล้วทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) กับกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ชุดเดิม
5. ตรวจสอบผลการสอบแล้วนำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีทางสถิติเพื่อทดสอบสมมุติฐาน

การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SPSS for windows (Statistical Package for the Social Sciences for Windows) เพื่อหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่า t-test
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์ โดยใช้ค่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน วิเคราะห์คะแนนเฉลี่ย t-test Dependent Sample or Correlated Samples ตามสูตรของพวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543: 165-167)
3. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 สถิติพื้นฐาน

3.1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร (ลิ้น สายยศ ; และอังคณา สายยศ. 2538: 73)

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

เมื่อ \bar{X} แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

3.1.2 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้สูตร (ล้วนสายยศ ; และอังคณา สายยศ. 2538: 79)

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

เมื่อ	S	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของกำลังสองของคะแนน
	$(\sum X)^2$	แทน	กำลังสองของผลรวมของคะแนน
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3.1.3 ค่าความแปรปรวน (Variance) จากสูตร (ล้วนสายยศ ; และอังคณา สายยศ. 2538: 79)

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

เมื่อ	S^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนน
	$\sum x$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	$(\sum X)^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

3.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตามสูตร (ล้วน สายยศ ; และอังคณา สายยศ. 2543: 249)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้อง
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3.2.2 ทาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบโดยวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27% กลุ่มสูง - กลุ่มต่ำ และตารางสำเร็จรูปของจุง-เตท์-ฟาน (Chung The Fan. 1952: 6-32)

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

เมื่อ	p	แทน	ค่าความยากง่าย
	R	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูก
	N	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

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

เมื่อ	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	R_U	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง
	R_L	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

3.2.3 คำค้นหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร โดย ใช้สูตร E_1 / E_2 (เสาวนีย์ ลิกขาบัณฑิต. 2528: 295)

สูตรที่ 1

$$E_1 = \frac{\sum X}{\frac{N}{A}} \times 100$$

เมื่อ	E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ คิดเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดและหรือการประกอบกิจกรรมระหว่างการเรียนของนักเรียน
	$\sum X$	แทน	คะแนนรวมจากการทำแบบฝึกหัดและหรือการประกอบกิจกรรมระหว่างการเรียนของนักเรียน
	N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและหรือกิจกรรมการเรียนของนักเรียน

สูตรที่ 2

$$E_2 = \frac{\sum X}{B} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์(พฤติกรรมที่เปลี่ยนในตัวผู้เรียน หลังจากการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้)คิดเป็นร้อยละ ของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนและ หรือประกอบกิจกรรมหลังเรียน

$\sum X$ แทน คะแนนรวมจากการทำแบบฝึกหัดหลังเรียน และหรือ การประกอบกิจกรรมหลังเรียน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

B แทน คะแนนเต็มของสอบหลังเรียนและหรือกิจกรรมหลังเรียน

3.2.4 ทาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 123)

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

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

k แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนของคนทำถูกในแต่ละข้อ

$$= \frac{\text{จำนวนของคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$$

q แทน สัดส่วนของคนทำผิดในแต่ละข้อ

$$= 1-p$$

S_t^2 แทน = ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

3.2.5 ทาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยคำนวณ ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ของครอนบัค จากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538: 125-126)

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

เมื่อ α แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น

n แทน จำนวนข้อ

S_i^2 แทน คะแนนความแปรปรวนแต่ละข้อ

S_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนทั้งฉบับ

3.3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

สถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 และข้อที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกม วิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยใช้การทดสอบที่ แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระจากกัน (t - test Dependent Sample) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 166) มีสูตร ดังนี้

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

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติการแจกแจงแบบ t-distribution
	D	แทน	ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของคะแนนความแตกต่างระหว่างคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนความแตกต่างกำลังสองระหว่างคะแนนทดสอบก่อนและหลังเรียน
	n	แทน	จำนวนผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลความหมายผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ใช้แทนความหมาย ดังต่อไปนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนของกลุ่มตัวอย่างจากการทดลองก่อนเรียนและหลังเรียน
S.D.	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t - test แบบ Dependent Samples
**	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลผลข้อมูล ผู้วิจัยได้เสนอความตามลำดับ ดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์ โดยใช้สถิติ t - test แบบ Dependent Samples
2. ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์ โดยใช้สถิติ t - test แบบ Dependent Samples

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์ โดยใช้สถิติ t - test แบบ Dependent Samples ดังแสดงในตารางที่ 3

ตาราง 3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์ โดยใช้สถิติ t - test แบบ Dependent Samples

คะแนนทดสอบ	n	\bar{X}	S.D.	t
คะแนนก่อนเรียน	50	11.52	2.25	
คะแนนหลังเรียน	50	25.24	1.42	43.83**

$$t (.01, df = 49) = 2.407$$

จากตารางที่ 3 พบว่า กลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน มีคะแนนเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เป็น 11.52 และ 2.25 ตามลำดับ และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เป็น 25.24 และ 1.42 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนกับก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนและก่อนเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 นั่นคือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

2. การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์ โดยใช้สถิติ t - test แบบ Dependent Samples ดังแสดงในตารางที่ 4

ตาราง 4 การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์ โดยใช้สถิติ t - test แบบ Dependent Samples

คะแนนทดสอบ	n	\bar{X}	S.D.	t
คะแนนก่อนเรียน	50	6.08	1.57	
คะแนนหลังเรียน	50	9.30	1.44	16.39**

$$t (.01, df = 49) = 2.407$$

จากตารางที่ 3 พบว่า กลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน มีคะแนนเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็น 6.08 และ 1.57 ตามลำดับ และหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็น 9.30 และ 1.44 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนกับก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนและก่อนเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์
2. เพื่อศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์

สมมุติฐานในการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนราชประชานุเคราะห์ ฝายมัธยม รัชดาภิเษก ในพระบรมราชูปถัมภ์ ตำบลบางจาก อำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 7 ห้อง รวมทั้งสิ้น 315 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/12 โรงเรียนราชประชานุเคราะห์ ฝายมัธยม รัชดาภิเษก ในพระบรมราชูปถัมภ์ ตำบลบางจาก อำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 50 คน ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยวิธีจับฉลากจากจำนวนนักเรียน 7 ห้องเรียน มา 1 ห้อง โดยมีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) เพื่อเป็นกลุ่มทดลอง

เนื้อหาที่ใช้การวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สาระที่ 2: ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ระบบนิเวศ โดยมีหัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. ความหมายของระบบนิเวศ
 - 1.1 กลุ่มสิ่งมีชีวิต
 - 1.2 แหล่งที่อยู่
 - 1.3 สิ่งแวดล้อม
2. โครงสร้างของสิ่งมีชีวิตภายในระบบนิเวศ
 - 2.1 ผู้ผลิต (Producer)
 - 2.2 ผู้บริโภค (Consumer)
 - 2.3 ผู้ย่อยสลาย (Decomposer)
3. ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ร่วมกันในระบบนิเวศ
4. การถ่ายทอดพลังงาน
5. วัฏจักรของสาร

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ มีค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เท่ากับ 86.81/84.13
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ เรื่อง ระบบนิเวศ มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ .98
3. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ประเภทเขียนตอบ จำนวน 3 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ .78

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ต้องมีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนราชประชานุเคราะห์ ฝายมัธยม รัชดาภิเษก ในพระบรมราชูปถัมภ์ โดยการจับสลากจากจำนวนนักเรียน 7 ห้องเรียนมา 1 ห้องเรียน ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง ทั้งหมด 50 คน
2. ก่อนการจัดการเรียนรู้ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) กับกลุ่มตัวอย่าง ด้วยแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แล้วนำผลการสอบ มาตรวจให้คะแนน
3. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความคิด

สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้เอง ใช้เวลาในการทดลอง 12 ชั่วโมง โดยแบ่งเป็น สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง จำนวน 4 สัปดาห์

4. เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนที่ระบุในแผนการจัดการเรียนรู้ตามกำหนด แล้วทำการ ทดสอบหลังเรียน (Post-test) กับกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบ วัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ชุดเดิม

5. ตรวจสอบผลการสอบแล้วนำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีทางสถิติเพื่อทดสอบสมมุติฐาน

วิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลข้อมูล ผู้วิจัยได้เสนอความตามลำดับ ดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์ โดยใช้สถิติ t - test แบบ Dependent Samples
2. ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์ โดยใช้สถิติ t - test แบบ Dependent Samples

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์ สรุปผลได้ ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ ด้วยเกมวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ ด้วยเกมวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์ สามารถอภิปรายผล ได้ดังนี้

ประการแรก การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการ จัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตาม สมมติฐานข้อที่ 1 เนื่องจากผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์นั้นเน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วย ตนเอง โดยแบ่งขั้นตอนในการเรียนรู้เป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1)ขั้นเตรียมการ เป็นการเตรียมวิธีการอธิบายให้ผู้เรียน เข้าใจในกฎกติกาในการเล่น และเตรียมสิ่งที่ต้องใช้ในการเล่น รวมไปถึงอุปกรณ์ที่ใช้ในการเล่นให้ครบ ก่อนเข้าห้องเรียน ซึ่งขั้นตอนนี้ทำให้ตัวผู้สอนเองมีความมั่นใจและสามารถดูแลความเรียบร้อยของอุปกรณ์ต่างๆ และแก้ปัญหาได้ทันเวลาที่ก่อนที่นำไปใช้ในการจัดกิจกรรม 2)ขั้นกล่าวนำ เป็นขั้นที่ผู้สอนต้องกล่าวถึง

วัตถุประสงค์ทางวิทยาศาสตร์ในการเล่นเกมน อธิบายกฎ กติกา ขั้นตอนในการเล่นและสิ่งที่ใช้ในการเล่นทำให้ผู้เรียนเข้าใจ และทำการสาธิตการเล่นในเกมที่ยากมีความลึกลับซับซ้อน ขั้นนี้ส่งผลให้ผู้เรียนเข้าใจวิธีการเล่นและทราบถึงจุดหมายของการเล่นได้ถูกต้อง 3) ขั้น “เล่น” เป็นขั้นที่ผู้เรียนร่วมกันสร้างประสบการณ์เรียนรู้ขณะเล่นเกมด้วยกัน ขั้นนี้ผู้เรียนจะมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้มาก เพราะผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงอย่างมีความสุข มีการนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นขณะเล่นเกมร่วมกันกับเพื่อนๆ ในกลุ่มเดียวกัน ทำให้ผู้สอนพบว่าผู้เรียนมีประสบการณ์การทำงานร่วมกันเป็นหมู่คณะ ซึ่งเห็นได้จากผู้เรียนมีการวางแผนการทำงาน แบ่งหน้าที่กัน มีการพัฒนาทักษะทางสังคมจากการที่ผู้เรียนฟังและยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น มีการให้เหตุผล ลงความเห็นแก้ปัญหาบนพื้นฐานของความรู้เรื่องระบบนิเวศโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประกอบการตัดสินใจ ส่วนผู้สอนนั้นเพียงแค่ดูแลความเรียบร้อย ให้ความร่วมมือ สนับสนุน ขณะผู้เรียนเล่นเกม ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ 4) ขั้นสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้มา เป็นขั้นตอนที่สำคัญมากเพราะผู้เรียนและผู้สอนร่วมกันสรุปประสบการณ์การเรียนรู้ที่ได้จากการเล่นเกม ความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนได้นำเสนอ เพื่อตรวจสอบสาระทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนได้รับ ค้นหา สิ่งที่ผู้เรียนเข้าใจผิด คลาดเคลื่อน เพื่อแก้ไขความเข้าใจที่ถูกต้อง ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดทักษะด้านสังคม เพราะมีการแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ซึ่งกันและกัน สร้างความเข้าใจที่ถูกต้องในตัววิทยาศาสตร์ที่อยู่ในเกมนั้นๆ และเป็นความจำระยะยาว 5) ขั้นทำกิจกรรมประเมินผลความเข้าใจ เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนทำกิจกรรมวัดผลประเมินผลความเข้าใจหลังเล่นเกมเสร็จ โดยใช้กิจกรรมที่เน้นกระบวนการคิดเชิงบวกส่งผลให้ผู้เรียนมีความสุขและสนุกกับงานที่ทำ เนื่องมาจากกิจกรรมที่มีความหลากหลาย มีบรรยากาศที่เป็นอิสระที่ผู้เรียนสามารถแสดงความคิดเห็น แสวงหาความรู้เพิ่มเติม มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสะท้อนความคิดเห็นในเรื่องสิ่งแวดล้อมและการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและนำประสบการณ์การเรียนรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้หลากหลายรูปแบบ นอกจากการจัดการเรียนรู้แล้วตัวแปรที่ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เพราะเกมวิทยาศาสตร์นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ นั้นเกมที่มีเนื้อหาสาระที่เกี่ยวข้องกับเรื่องระบบนิเวศ ซึ่งเป็นการนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการตัดสินใจ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูลและทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปด้วยกระบวนการกลุ่ม เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ใช้กระบวนการกลุ่มเพื่อฝึกทักษะการทำงานร่วมกันส่งผลให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กันภายในกลุ่ม สามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวของผู้เรียนเองนั้น เนื่องมาจากเกมวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ เป็นเกมที่มีกฎหรือกติกาในการเล่น ซึ่งสอดคล้องกับ ลัดดาวัลย์ กัณหสุวรรณ (2535: 21) ที่ให้ความหมายของเกมวิทยาศาสตร์ว่ากิจกรรมซึ่งมีกติกาบังคับและกติกานั้นใช้วิธีประเมินความสำเร็จในการเล่น และสามารถสอนแนวคิด หลักการทางวิทยาศาสตร์ ความจริง เจตคติและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งเกมที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมกับอายุและวุฒิภาวะ ความสามารถ ความพอใจของนักเรียน และส่งเสริมความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับ ลัดดาวัลย์ กัณหสุวรรณ (2530: 29) พรเพ็ญ หลักคำ (2535: 18) สมจิต สวชนไพบูลย์ (2535: 5) เกมวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมาเป็นเกมปริศนาคำที่ช่วยให้ผู้เรียนมีความคุ้นเคยหรือมีความเข้าใจในคำศัพท์วิทยาศาสตร์ก่อนเพื่อสร้างความสนใจของ

ผู้เรียนในการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้หรือทำกิจกรรมอื่นๆต่อไป ประกอบไปด้วยเกมที่หลากหลาย ไม่ว่าจะ เป็นเกมอักษรไขว้ เกมปริศนาคำ เกมจับคู่ และเกมซูโดกุ โดยเฉพาะเกมเกมซูโดกุ ผู้เรียนให้ความสนใจมากเป็นพิเศษเพราะเป็นเกมใหม่ที่ได้รับ ความสนใจในกลุ่มผู้เรียนในปัจจุบัน เป็นเกมที่ทำทายความสามารถสำหรับผู้เรียนที่ยังไม่เคยเล่น หรือเริ่มฝึกเล่น ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนุกสนานและกระตือรือร้นที่จะแก้ปัญหาในตัวเกมนี้ นอกจากนี้ยังส่งเสริมสมาธิในการเรียนอีกด้วย

จากเห็นผลดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีเสรีภาพในการปฏิบัติกิจกรรมที่ละขั้นตอนอย่างเป็นระบบอย่างมีความสุข ประกอบกับเกมวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้เป็นเกมปริศนาคำที่มีสาระวิทยาศาสตร์เน้นกระบวนการคิดอย่างมีระบบ ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนนั้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงขึ้นได้ ตามสมมติฐานดังกล่าวข้างต้น

ประการที่สอง การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 เนื่องจากผลการวิจัยพบว่า การส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในตัวผู้เรียนนั้น ต้องสร้างสิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อการสร้างประสบการณ์เรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพราะเกมนอกจากจะเกิดความสนุกสนานให้กับผู้เรียนแล้ว ยังทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ในตัวผู้เรียนอีกด้วย ไม่ว่าจะเป็นความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ ความคิดคิดยืดหยุ่น หรือความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เราจะเห็นได้จากการแก้ปัญหาในขณะที่เล่นเกม ซึ่งผู้เรียนต้องอาศัยกระบวนการคิดและนำความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นในขณะที่เล่นเกม เป็นฐานในการตัดสินใจเพื่อตอบสนองต่อปัญหาดังกล่าว เกมวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้เป็นเกมปริศนาคำ ซึ่งผู้เรียนต้องใช้สมาธิและจินตนาการซึ่งอยู่บนฐานความรู้เรื่องระบบนิเวศของผู้เรียนในการคิดแก้ปัญหา ลองผิดลองถูก เช่น เกมค้นหาคำศัพท์ เกมอักษรไขว้ เกมจับคู่หรือเกมซูโดกุทำให้ผู้เรียนเกิดความสนุกกระตุ้นความสนใจ มีใจจดจ่อในสิ่งที่กระทำอยู่ ส่งผลให้สมองมีความพร้อมในการเรียนรู้และจดจำได้ดีขึ้น นอกจากนี้แล้วกิจกรรมหลังจากเล่นเกมผู้วิจัยเองได้จัดให้มีการอภิปรายร่วมกันหลังจากเล่นเกมเสร็จแล้ว เพื่อสรุปความรู้ที่ได้ให้ชัดเจนบรรลุตามจุดประสงค์นั้น ตรงนี้เองเสมือนกับเวทีเล็กๆ ที่ผู้สอนและผู้เรียนได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนทัศนะทางความคิดซึ่งกันและกัน ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดแนวคิดที่หลากหลายยิ่งขึ้น มีการนำความรู้วิทยาศาสตร์มาบูรณาการกับความรู้ในสาระการเรียนรู้อื่นๆ โดยเฉพาะศิลปะและเทคโนโลยี ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสนำองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นมาคิดแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันร่วมกัน โดยแสดงแนวคิดออกมาในรูปแบบต่างๆได้อย่างมีความสุข เช่น หนังสั้น (โฆษณา) การออกแบบสัญลักษณ์ หรือแม้กระทั่งการจินตนาการผ่านการวาดภาพ จากลักษณะการจัดการเรียนรู้จะเห็นว่าผู้เรียนมีการฝึกประสบการณ์การเรียนรู้ผ่านทางการกระบวนการคิดทั้งสิ้น และเป็นการคิดอิสระที่ไม่จำกัด ทำให้ผู้เรียนมีความมั่นใจ มีความสุขที่จะคิดและกล้าที่จะแสดงออกทางความคิดของตนเองมากขึ้น สอดคล้องกับเอนเดอร์สันและคนอื่นๆ (Anderson: & et al. 1970: 93) ที่ว่า ทุกคนสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ทุกระดับอายุ ด้วยการจัดประสบการณ์ที่เหมาะสมตลอดจนการจัดสิ่งแวดล้อมที่ส่งเสริมความสามารถอย่างอิสระ ทำให้ผู้เรียนเกิด

ความรู้สึกที่ดีต่อตนเอง มีความเชื่อมั่นในตนเองและสามารถพัฒนาความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นได้

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นหลังจากได้รับการจัดประสบการณ์เรียนรู้ครบตามกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างไว้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 เกมที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ต้องส่งผลให้ผู้เรียนได้รับความรู้ความเข้าใจหรือทบทวนเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่ในเกมนั้น สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และนำมาใช้ประกอบการตัดสินใจขณะเล่น

1.2 เกมที่นำมาจัดการเรียนรู้ต้องเหมาะสมกับวัย พัฒนาการ และความสนใจของผู้เรียนจึงจะเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

1.3 การจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์ นอกจากผู้เรียนได้รับประโยชน์หลังจากการเล่นแล้ว ต้องมีการอภิปรายสรุปเนื้อหาที่ได้รับทุกครั้งเพื่อสร้างความรู้ ความเข้าใจที่ตรงกัน

1.4 ควรสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสผู้เรียนได้แสดงความคิดสร้างสรรค์ของตนเอง ออกมาอย่างอิสระทั้งในด้านความรู้ ความคิด และการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ดีต่อผู้อื่นด้วย

1.5 ผู้สอนต้องสร้างคุณลักษณะที่พึงประสงค์เพื่อเป็นแนวทางต่อการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์กับตัวแปรอื่นๆ เช่น ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ความคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความสามารถในการตัดสินใจ

2.2 ควรศึกษาการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์กับสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องอื่นๆ เพื่อให้ผู้เรียนฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการคิด และทักษะทางสังคมจากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). *สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.
- เกศธัญย์ ไทยถนอม. (2547). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถ ด้านการคิด วิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยกิจกรรมวิทยาศาสตร์ประกอบการเขียนแผนผังมโนทัศน์*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จินตนา ช่วยด้วง. (2547). *การใช้เทคนิคการสอนแบบ 4 MAT ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. สารนิพนธ์กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จุลจักร โนนพันธ์. *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์และมนุษยสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการบวนการกลุ่มสัมพันธ์ที่ใช้เกมกับวิธีการกลุ่มสัมพันธ์ที่ใช้การอภิปราย*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.
- เฉลียว ผดุงวงศ์. (2537). *การเปรียบเทียบผลการเรียนวิชาของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์หลากหลายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนด้วยการเล่นเกมทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามแนวการสอนของ สสวท*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
- ชุตินา ทองสุข. (2547). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้แบบฝึกทักษะการทดลอง*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชุตินา วัฒนะศิริ. (2540). *การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- ทัศนีย์ บุญเต็ม. *ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์*. วิทยาศาสตร์. 37(1): 32-33: มกราคม 2526.
- ธวัชชัย เขียนประสิทธิ์. *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนตามคู่มือครูและชุดการเรียนด้วยตนเอง*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526. อัดสำเนา.
- ธงชัย ต้นทัพไทย. (2548). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และค่านิยมการบริโภคอาหารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยใช้ชุดกิจกรรมพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- นันทิพิทย์ รองเดช. (2549). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถทางสติปัญญาด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมส่งเสริมพหุปัญญา. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ประทุม อัตชู. (2547). การจัดการเรียนรู้อัตตาภิบาลตามแนวความคิดวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี และสังคม. การวิจัยในชั้นเรียน. 29 - 35.
- ปริวัตติ สิงหาเวช. (2548). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เพียว ยินดีสุข. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอนแบบใช้เกมกับการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิต. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2523. อัดสำเนา.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2538). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พรเพ็ญ หลีกคำ. (2535). การพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยของเล่นและเกมวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. ถ่ายเอกสาร
- ไพรัตน์ คำปา. (2541). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนตามรูปแบบการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์ความรู้โดยเน้นการเรียนรู้ร่วมกัน. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2537). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- มนมนัส สุดสิ้น. (2543). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์และความคิดวิเคราะห์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบกับการใช้ผังมโนมติ. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ระพีพันธ์ คร้ามมี. (2544). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ล้วน สายยศ ; และ อังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: ภาควิชาวัดผลและวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ลัดดาวัลย์ กัณหสุวรรณ. (2535). ของเล่นและเกมทางวิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษา.

- ลัดดา อุตสาหะ. (2518). ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ค.ม.
(ประถมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- วนา ชลประเวช. (2526). การศึกษาเปรียบเทียบวิธีการสอนแบบใช้เกมกับวิธีการสอนแบบปฏิบัติการทดลองที่มีต่อ
ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปริญญาานิพนธ์
กศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา.
- วัฒนา อรุณวัฒนะ. (2548). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และคุณธรรมจริยธรรมของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนจากชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา).
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วันดี จันทร์ลอย. (2549). การศึกษาความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการเผชิญปัญหา
และฝ่าฟันอุปสรรคของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการ
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศุภพงษ์ คล้ายคลึง. (2548). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะการทดลองโดยใช้ชุด
ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมจิต สวชนไพบูลย์. (2527). สมรรถภาพการสอนของครู และการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์.
กรุงเทพฯ: ภาคหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- . (2535). *ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ภาคหลักสูตรและการสอนคณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. 64
- สุจินต์ เลียงจรรุญรัตน์. *การใช้เกมประกอบการสอนวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายสายสามัญ*.
วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2521. อัดสำเนา.
- สุวิทย์ มูลคำ; และ อรทัย มูลคำ. (2545). *20 วิธีจัดการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: ดวงกมลสมัย จำกัด.
- อารี รังลิ้นนท์. (2527). *รวมบทความการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- Bloom, Benjamin S. (1976). *Human Characteristics and School Learning*. New York:
McGraw – Hill Book Co.
- Fan, Chung Teh. (1952). *I tem Analysis*. New Jersey : Education Testing Service; Princeton
- Harrisberger Lee. (1973). *Self Paced Individually Describe Instruction: Personalized System of*
Instruction. Philippines: W.A. Benjamin, Inc.
- Hutchinson, E.D. (1949). *How to Think Creativity*. New York: Abindon Press.

- Guiford, J.P. (1967, June). *The Nature of Human Intelligence*. New York: Mc Graw – Hill.
- (1971). *The Analysis of Intelligence*. McGraw – Hill Book Company.
- Megarry, J. (1985). *Simulation and Game in Education*. in *The International Encyclopedia of Education : Research and Studies*. (8): 4575-4585. ed.
- Taylor Calvin W. (1964). *Creativity Progress and Potential*. New York: McGraw – Hill Book Co. 241 p.
- Torrance, E.P. (1964). *Education and The Creative Potential*. Minneapolis: The Lund Press.
- (1967). *Guiding of Creative Talent*. New Jersey: Prentice – Hall, Inc.
- (1974). *Rewarding Creative Behavior : Experiments in Classroom Creativity*.
- Smith,Patty Templeton. (1994,January). *Instructional method effects on Student Attitude and Achievement*. *Dissertation Abstract International*. 54(7): 2528-A.
- William, Jame Milford. (1981, October). *A Comparison Study of Tradition Teaching Procedures on Student Attitude Achievement and Critical Thinking Ability in Eleventh Grade United States History*. *Dissertation Abstract International*. 42(4): 1605

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการแนะนำ ตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือเพื่อทำสารนิพนธ์ด้านต่างๆ ดังนี้

- แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ
- แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

- | | |
|------------------------------|--|
| 1. ผศ.สนธยา ศรีบางพลี | ข้าราชการบำนาญ
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) เขตวัฒนา
กรุงเทพมหานคร |
| 2. อาจารย์ภาณี สังลีลา | ครูสอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
โรงเรียนราชประชาสถาลัย ฝ่ายมัธยม รัชดาภิเษก
ในพระบรมราชูปถัมภ์ ตำบลบางจาก อำเภอพระประแดง
จังหวัดสมุทรปราการ |
| 3. อาจารย์กุลนิษฐ์ เเบญจวรรณ | ครูสอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
โรงเรียนราชประชาสถาลัย ฝ่ายมัธยม รัชดาภิเษก
ในพระบรมราชูปถัมภ์ ตำบลบางจาก อำเภอพระประแดง
จังหวัดสมุทรปราการ |



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โทร. 5730

ที่ ศธ 0519.12/อ.ร.58

วันที่ 25 กรกฎาคม 2552

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม)

เนื่องด้วย นางกุลธิดา พลเยี่ยม นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาการมัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำสารนิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วย เกมวิทยาศาสตร์” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ชุติมา วัฒนะศิริ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ในกรณีนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์สมชยา ศรีบางพลี เป็นผู้เชี่ยวชาญแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์ / แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และ แบบทดสอบ วัดความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางกุลธิดา พลเยี่ยม และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชยา สันติวัฒนกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



ที่ ศธ 0519.12/๑๔๕ ๖

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

, ๑๑ กรกฎาคม 2552

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนราชประชาสมาสัย ฝ่ายมัธยม รัชดาภิเษก ในพระบรมราชูปถัมภ์

เนื่องด้วย นางกุลธิดา พลเยี่ยม นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาการมัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำสารนิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกม วิทยาศาสตร์” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ชุติมา วัฒนะศิริ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์ภาณี สังข์สีลา และ อาจารย์กุลนิษฐ์ เบญจวรรณ เป็นผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์ / แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และ แบบทดสอบวัดความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางกุลธิดา พลเยี่ยม และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0-2649-5067

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อนิติ โทรทัศน์ 081-5930-969

ภาคผนวก ข

- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์
- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ตาราง 5 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ

รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ					สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม	IOC	
รายละเอียดแผนการจัดการเรียนรู้						
1. การกำหนดรายละเอียดของหัวข้อหลักในแผนการจัดการรู้ครบถ้วน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2. การกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3. สารสำคัญ	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4. การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5. การกำหนดสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
กระบวนการจัดการเรียนรู้						
6. ความเหมาะสมของเนื้อหาเกมกับกิจกรรม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
7. ความเหมาะสมกับวัย ความสามารถและพัฒนาการ	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
8. ความน่าสนใจในกิจกรรม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
9. เวลาในการจัดกิจกรรมในแต่ละกิจกรรม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
10. รูปแบบการจัดกิจกรรมด้วยเกมวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
สื่อการเรียนรู้						
11. ความน่าสนใจเกมวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
12. ความเหมาะสมของกฎกติกาการเล่น	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
13. ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
14. ความเหมาะสมของระยะเวลาในการเล่น	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
15. ความชัดเจนของคำถาม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
16. ความยากง่ายของคำถาม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
17. ความเหมาะสมกับวัย ความสามารถและพัฒนาการ	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
18. ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
การวัดและประเมินผล						
19. แบบประเมินผลการจัดการเรียนรู้เหมาะสมกับวัย ความสามารถและพัฒนาการ	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
20. แบบประเมินสามารถวัดผลได้ตรงตามจุดประสงค์ การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 6 ค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ

ข้อที่	ความชัดเจนของคำถาม					ความเหมาะสมของตัวเลือก					ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					ความสอดคล้องของพฤติกรรมที่ต้องการวัด				
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม	IOC	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม	IOC	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม	IOC	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม	IOC
1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
2	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
3	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
4	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
5	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
6	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
7	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
8	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
9	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
10	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
11	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
12	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
13	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
14	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
15	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
16	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
17	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
18	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
19	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
20	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
21	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
22	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
23	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
24	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
25	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
26	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
27	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
28	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
29	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1
30	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1	+1	+1	+1	3	1

ตาราง 7 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ

สถานการณ์ที่	รายการประเมิน	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ				IOC	สรุปผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	รวม		
1	1. การใช้คำได้เหมาะสมและถูกต้องทางภาษา	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	2. การสรุปความรู้และพัฒนาทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	3. ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	4. ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	5. ความเหมาะสมกับพัฒนาการของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2	1. การใช้คำได้เหมาะสมและถูกต้องทางภาษา	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	2. การสรุปความรู้และพัฒนาทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	3. ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	4. ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	5. ความเหมาะสมกับพัฒนาการของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3	1. การใช้คำได้เหมาะสมและถูกต้องทางภาษา	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	2. การสรุปความรู้และพัฒนาทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	3. ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	4. ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	5. ความเหมาะสมกับพัฒนาการของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ภาคผนวก ค

- ตารางผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ
- ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ
- ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (α) ของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ตาราง 8 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 30 ข้อ

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	0.70	0.22	16	0.50	0.41
2	0.50	0.56	17	0.72	0.56
3	0.44	0.22	18	0.63	0.52
4	0.67	0.44	19	0.56	0.37
5	0.69	0.26	20	0.54	0.33
6	0.43	0.26	21	0.52	0.37
7	0.74	0.30	22	0.54	0.33
8	0.56	0.30	23	0.43	0.41
9	0.46	0.33	24	0.50	0.33
10	0.70	0.44	25	0.50	0.33
11	0.50	0.33	26	0.50	0.48
12	0.56	0.22	27	0.50	0.26
13	0.50	0.63	28	0.54	0.41
14	0.69	0.26	29	0.61	0.48
15	0.65	0.26	30	0.59	0.30

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่ากับ .98

การหาค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 123)

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

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนของคนทำถูกในแต่ละข้อ
 $= \frac{\text{จำนวนของคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$

q แทน สัดส่วนของคนทำผิดในแต่ละข้อ
 $= 1-p$

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

การคำนวณหาค่าความแปรปรวน (Variance)

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

$$S^2 = \frac{(100 \times 22024) - (882)^2}{100(100-1)}$$

$$S^2 = 143.89$$

แทนค่าในสูตรเพื่อหาค่าความเชื่อมั่น

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

$$= \frac{30}{30-1} \left[1 - \frac{7.10}{143.89} \right]$$

$$= 0.98$$

การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัก จากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538: 125-126)

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

เมื่อ	α	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	n	แทน	จำนวนข้อ
	S_i^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนแต่ละข้อ
	S_t^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนทั้งฉบับ

แทนค่าในสูตรเพื่อหาค่าความเชื่อมั่น

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

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม SPSS ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .78

ภาคผนวก ง

- ตารางคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์
- ตารางคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์

ตาราง 9 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง
ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	10	20	26	10	24
2	10	19	27	11	23
3	10	22	28	10	26
4	11	25	29	12	24
5	15	25	30	11	26
6	6	20	31	9	25
7	7	22	32	11	24
8	10	23	33	10	25
9	11	23	34	11	23
10	12	25	35	14	25
11	12	23	36	13	27
12	11	22	37	14	25
13	11	25	38	6	24
14	17	25	39	14	24
15	12	26	40	14	24
16	12	22	41	16	26
17	11	26	42	12	26
18	10	20	43	10	22
19	11	22	44	12	23
20	13	26	45	13	25
21	10	22	46	14	26
22	9	21	47	14	27
23	9	25	48	14	22
24	13	19	49	14	25
25	12	22	50	12	26
$\sum X$				576	1187
\bar{X}				11.52	23.74
S				2.25	2.08

ตาราง 10 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	10	12	26	6	7
2	5	9	27	7	10
3	4	9	28	5	9
4	4	9	29	5	9
5	4	11	30	5	7
6	4	7	31	5	9
7	7	11	32	5	9
8	5	9	33	7	11
9	5	9	34	7	11
10	4	7	35	4	8
11	8	11	36	7	10
12	8	11	37	10	12
13	8	10	38	10	11
14	8	11	39	5	11
15	7	10	40	6	9
16	5	8	41	6	8
17	5	8	42	5	9
18	7	10	43	6	7
19	8	9	44	5	7
20	6	7	45	6	9
21	5	10	46	6	9
22	7	9	47	6	8
23	7	9	48	4	8
24	6	9	49	7	9
25	5	11	50	7	9
$\sum X$				304	465
\bar{X}				6.08	9.3
S				1.58	1.45

ภาคผนวก จ

- ตารางผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การทดสอบที แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระจากกัน (t - test Dependent Sample)
- ตารางผลการวิเคราะห์ข้อมูลความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ระบบนิเวศ ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การทดสอบที แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระจากกัน (t - test Dependent Sample)

ตาราง 11 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้สถิติ t-test แบบ dependent Samples ในรูป Difference Score

คนที่	Pre	Post	D	D ²
1	10	23	13	169
2	10	22	12	144
3	10	25	15	225
4	11	27	16	256
5	15	25	10	100
6	6	22	16	256
7	7	25	18	324
8	10	23	13	169
9	11	23	12	144
10	12	27	15	225
11	12	23	11	121
12	11	25	14	196
13	11	25	14	196
14	17	25	8	64
15	12	26	14	196
16	12	25	13	256
17	11	27	16	196
18	10	24	14	196
19	11	25	14	196
20	13	27	14	336
21	10	25	15	336
22	9	24	15	389
23	9	26	17	81
24	13	22	9	169
25	12	25	13	256

ตาราง 11 (ต่อ)

คนที่	Pre	Post	D	D ²
26	10	26	16	256
27	11	25	14	196
28	10	26	15	256
29	12	24	12	144
30	11	27	15	256
31	9	25	15	256
32	11	24	13	169
33	10	25	15	225
34	11	25	14	169
35	14	26	12	144
36	13	27	14	196
37	14	27	13	169
38	6	36	20	400
39	14	26	12	144
40	14	26	12	144
41	16	26	10	100
42	12	27	15	225
43	10	25	15	225
44	12	25	13	169
45	13	27	14	196
46	14	26	12	144
47	14	27	13	169
48	14	25	11	121
49	14	27	13	169
50	12	26	14	196
$\sum X$	575	1262	686	9652
\bar{X}	11.52	25.24	13.72	193.04
S.D.	2.25	1.42	2.21	61.13

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้สถิติ t-test แบบ dependent Samples ซึ่งมีสูตร ดังนี้

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

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติการแจกแจงแบบ t-distribution
	D	แทน	ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของคะแนนความแตกต่างระหว่างคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนความแตกต่างกำลังสองระหว่างคะแนนทดสอบก่อนและหลังเรียน
	n	แทน	จำนวนผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม SPSS ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 43.83

ตาราง 12 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
โดยใช้สถิติ t-test แบบ dependent Samples ในรูป Difference Score

คนที่	Pre	Post	D	D ²
1	10	12	2	4
2	5	9	4	16
3	4	9	5	25
4	4	9	5	25
5	4	11	7	49
6	4	7	3	9
7	7	11	4	16
8	5	9	4	16
9	5	9	4	16
10	4	7	3	9
11	8	11	3	9
12	8	11	3	9
13	8	10	2	4
14	8	11	3	9
15	7	10	3	9
16	5	8	3	9
17	5	8	3	9
18	7	10	3	9
19	8	9	1	1
20	6	7	1	1
21	5	10	5	25
22	7	9	2	4
23	7	9	2	4
24	6	9	3	9
25	5	11	6	36

ตาราง 12 (ต่อ)

คนที่	Pre	Post	D	D ²
26	6	7	1	1
27	7	10	3	9
28	5	9	4	16
29	5	9	4	16
30	5	7	2	4
31	5	9	4	16
32	5	9	4	16
33	7	11	4	16
34	7	11	4	16
35	4	8	4	16
36	7	10	3	9
37	10	12	2	4
38	10	11	1	1
39	5	11	6	36
40	6	9	3	9
41	6	8	2	4
42	5	9	4	16
43	6	7	1	1
44	5	7	2	4
45	6	9	3	9
46	6	8	2	4
47	6	8	2	4
48	4	9	5	25
49	7	9	2	4
50	7	12	5	25
$\sum X$	304	465	161	613
\bar{X}	6.08	9.3	3.22	12.26
S.D.	1.58	1.45	1.39	10.09

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้สถิติ t-test แบบ dependent Samples ซึ่งมีสูตร ดังนี้

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

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติการแจกแจงแบบ t-distribution
	D	แทน	ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของคะแนนความแตกต่างระหว่างคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนความแตกต่างกำลังสองระหว่างคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
	n	แทน	จำนวนผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม SPSS ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 16.39

ภาคผนวก ช

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมวิทยาศาสตร์
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
- แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ระดับ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

เรื่อง โครงสร้างของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

จำนวนเวลา 2 ชั่วโมง

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 2.1 : เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น

มาตรฐาน ว 2.1.1: สำรวจตรวจสอบระบบนิเวศต่างๆ ในท้องถิ่น อธิบายความสัมพันธ์ขององค์ประกอบภายในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน วัฏจักรของสารและการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากร

สาระสำคัญ

สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ในระบบนิเวศมีบทบาทและหน้าที่แตกต่างกัน กลุ่มสิ่งมีชีวิตมีความสัมพันธ์ได้แก่ ผู้ผลิต ผู้บริโภคพืช ผู้บริโภคสัตว์ ผู้บริโภคทั้งพืชและสัตว์ ผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ ตามลำดับ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ
2. ออกแบบและนำเสนอผลงานสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ
3. มีค่านิยมที่ดีต่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ

สาระการเรียนรู้

สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในระบบนิเวศจัดเป็นโครงสร้างทางชีวภาพที่มีบทบาทและความสำคัญแตกต่างกัน ดังนี้

1. ผู้ผลิต (producer)
2. ผู้บริโภค (consumer)
3. ผู้ย่อยสลาย (decomposer)

1. ผู้ผลิต (producer) คือ สิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารเพื่อการดำรงชีวิตได้เอง และเป็นแหล่งเริ่มต้นของพลังงานภายในระบบนิเวศ ได้แก่ พืช และจุลินทรีย์บางชนิด

2. ผู้บริโภค (consumer) คือ สิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ จำเป็นต้องมีการบริโภคสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นเพื่อการดำรงชีวิต ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ประเภท

- 2.1 กลุ่มสิ่งมีชีวิตที่บริโภคพืชเป็นอาหาร (Herbivores) เช่น วัว ม้า ลา แกะ เป็นต้น
- 2.2 กลุ่มสิ่งมีชีวิตที่บริโภคเนื้อสัตว์เป็นอาหาร (Carnivores) เช่น เสือ สิงโต เป็นต้น
- 2.3 กลุ่มสิ่งมีชีวิตที่บริโภคทั้งพืชและเนื้อสัตว์เป็นอาหาร (Omnivores) เช่น นก คน เป็นต้น
- 2.4 กลุ่มสิ่งมีชีวิตที่บริโภคซากของสิ่งมีชีวิตเป็นอาหาร (Scavenger) เช่น ไล่เดือน กิ้งก่า เป็นต้น

3. ผู้ย่อยสลาย (decomposer) คือ กลุ่มสิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารเองได้ และดำรงชีวิตอยู่ได้ โดยการย่อยสลายซากสิ่งมีชีวิตต่างๆ ให้กลายเป็นสารอินทรีย์ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต เช่น จุลินทรีย์ เห็ด รา เป็นต้น

กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 เตรียมการ

1. ผู้สอนทำความเข้าใจในกฎกติกาในการเล่นเกมนิพนธ์สามก๊กและตรวจดูความเรียบร้อยของอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบการเล่นเกม ได้แก่ แผ่นตารางนิพนธ์คำ เรื่อง โครงสร้างของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ 1 แผ่น บทความเรื่องโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ 1 แผ่น ดินสอ ยางลบ ให้ครบก่อนเข้าห้องเรียน

ขั้นที่ 2 กล่าวนำ

2. ผู้สอนแนะนำว่า เกมนิพนธ์สามก๊ก เป็นเกมซูโดกุ ซึ่งให้นำคำที่กำหนดมาต่อเรียงกันในแนวตั้งแนวนอน จนครบตามจำนวนที่กำหนด แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปเติมลงให้ตรงกับภาพ โดยมีวัตถุประสงค์ในการสร้างความรู้ แผ่นตารางนิพนธ์คำ เรื่อง โครงสร้างของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ 1 แผ่น บทความเรื่องโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ 1 แผ่น ดินสอ ยางลบ มีขั้นตอนในการเล่นเกมนิพนธ์ ดังนี้

2.1 แบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มๆ ละ 5-6 คน ตัวแทนในแต่ละกลุ่มรับชุดเกมนิพนธ์สามก๊ก กลุ่มละ 1 ชุด ซึ่งประกอบด้วย แผ่นตารางนิพนธ์คำ เรื่อง โครงสร้างของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ 1 แผ่น บทความเรื่องโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ 1 แผ่น ดินสอ ยางลบ

2.2 ผู้เรียนแต่ละกลุ่มศึกษาบทความ เรื่อง โครงสร้างของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

2.3 ผู้เรียนในแต่ละกลุ่มช่วยกันนำความรู้ที่ได้จากการอ่านบทความ เขียนคำในแต่ละช่องให้สัมพันธ์กัน

2.4 จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปเติมลงให้ตรงตามความหมายภาพและจับเวลาในการแข่งขันและจับเวลาในการแข่งขัน

2.5 กลุ่มที่ทำถูกต้องและใช้เวลาในการทำกิจกรรมน้อยที่สุดเป็นผู้ชนะ

ขั้นที่ 3 เล่น “เกม”

3. แบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มๆ ละ 5-6 คน

4. ตัวแทนในแต่ละกลุ่มรับชุดเกมนิพนธ์สามก๊ก กลุ่มละ 1 ชุด ซึ่งประกอบด้วย แผ่นตารางนิพนธ์คำ เรื่อง โครงสร้างของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ 1 แผ่น บทความเรื่องโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ 1 แผ่น ดินสอ ยางลบ

5. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มศึกษากติกา ขั้นตอนวิธีการเล่นอีกครั้ง เพื่อย้ำความเข้าใจอีกครั้งร่วมกัน

6. ผู้เรียนเล่นเกมตามกติกาการเล่น โดยผู้สอนให้ความร่วมมือ สนับสนุน ดูแลความเรียบร้อย ขณะผู้เรียนเล่นเกม

7. แต่ละกลุ่มนำผลงานของตนมาติดไว้บนกระดานตามลำดับก่อนหลัง

8. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันตรวจสอบผลงานของแต่ละกลุ่มร่วมกัน

9. ผู้สอนชมเชยกลุ่มที่ชนะการแข่งขัน โดยให้ผู้เรียนปรบมือ สำหรับกลุ่มอื่นๆให้ช่วยกันวิเคราะห์หาสาเหตุข้อบกพร่องเพื่อใช้ปรับปรุงแก้ไขในการเล่นเกมครั้งต่อไป

ขั้นที่ 4 สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้

10. ผู้เรียนและผู้สอนร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการเล่นเกมนิพนธ์สามก๊กว่า สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ในระบบนิเวศมีบทบาทและหน้าที่แตกต่างกัน กลุ่มสิ่งมีชีวิตมีความสัมพันธ์ได้แก่ ผู้ผลิต ผู้บริโภคพืช ผู้บริโภคสัตว์ ผู้บริโภคทั้งพืชและสัตว์ ผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ ตามลำดับ

ขั้นที่ 5 ทำกิจกรรมประเมินผลความเข้าใจ

11. ผู้สอนแจกใบกิจกรรมที่ 2 โครงสร้างของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ โดยให้ผู้เรียนออกแบบโลโก้แสดงความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ เพื่อสะท้อนความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

12. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มอ่านคำชี้แจง เพื่อทำความเข้าใจร่วมกันอีกครั้ง
13. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิดออกแบบโลโก้ร่วมกัน
14. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลงาน
15. ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายผลงานของแต่ละกลุ่ม
16. ผู้สอนดำเนินการวัดและประเมินผล

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. ชุดเกมปริศนาสามก๊ก
 - 1.1 แผ่นตารางปริศนาคำ เรื่อง โครงสร้างของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ 1 แผ่น
 - 1.2 บทความเรื่องโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ 1 แผ่น
 - 1.3 ใบกิจกรรมเกมปริศนาสามก๊ก
 - 1.4 ดินสอ ยางลบ
2. ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง โครงสร้างของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

การวัดและประเมินผล

1. วิธีการวัด - การออกแบบผลงาน
2. เครื่องมือที่ใช้วัด - แบบประเมินผลงาน
 - แบบประเมินทักษะกระบวนการ
 - แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์
3. การประเมินผล : ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมได้ร้อยละ 80 ขึ้นไป จึงถือว่าผ่านเกณฑ์

เกม ปริศนาสามก๊ก

เรื่อง โครงสร้างของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

วัตถุประสงค์ของเกม

1. เพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ
2. เพื่อพัฒนาทักษะการสังเกต ทักษะการตีความหมายข้อมูล การลงข้อสรุปด้วยกระบวนการคิดทางวิทยาศาสตร์
3. เพื่อฝึกความคล่องแคล่วว่องไวในการตอบ

ลักษณะของเกม

เป็นเกมซูโดกุ ซึ่งให้นำคำที่กำหนดมาต่อเรียงกันในแนวตั้ง แนวนอน จนครบตามจำนวนที่กำหนด แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปเติมลงให้ตรงกับภาพ

จำนวนผู้เล่น

ตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป

เวลาที่ใช้ 25-30 นาที

อุปกรณ์ในการเล่น

1. แผ่นตารางค้นหาคำ เรื่อง โครงสร้างของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ 1 แผ่น
2. บทความเรื่อง โครงสร้างของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ 1 แผ่น
3. ใบกิจกรรมเกมปริศนาสามก๊ก
4. ดินสอ ยางลบ

วิธีการเล่น

1. แบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มๆ ละ 5-6 คน
2. ตัวแทนในแต่ละกลุ่มรับชุดเกมปริศนาสามก๊กกลุ่มละ 1 ชุด ซึ่งประกอบด้วย แผ่นตารางปริศนา เรื่อง โครงสร้างของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ 1 แผ่น บทความเรื่องโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ 1 แผ่น ดินสอ ยางลบ
3. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มศึกษาบทความ เรื่องโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ
4. ผู้เรียนในแต่ละกลุ่มช่วยกันนำความรู้ที่ได้จากการอ่านบทความแล้วเขียนคำในแต่ละช่องให้สัมพันธ์กันทั้งในแนวตั้ง แนวนอน จนครบตามจำนวนที่กำหนด
5. จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปเติมลงให้ตรงตามความหมายภาพและจับเวลาในการแข่งขัน
6. กลุ่มที่ทำถูกต้องและใช้เวลาในการทำกิจกรรมน้อยที่สุดเป็นผู้ชนะ

การประเมินผล

1. สังเกตจากการทำกิจกรรมของผู้เรียน
2. ตรวจการตอบคำถามหลังเล่นเกม

กิจกรรมสำหรับผู้เรียน



เกมปริศนาสามก๊ก (เกมซูโดกุ) เรื่อง โครงสร้างของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

ผู้เรียนอ่านบทความเรื่องโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ซึ่งให้นำคำที่กำหนดมาต่อเรียงกันในแนวตั้งแนวนอน จนครบตามจำนวนที่กำหนด แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปเติมลงให้ตรงกับภาพ

ระบบนิเวศ(ecosystem) คือระบบความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มสิ่งมีชีวิต (community) หลายๆ กลุ่มที่อาศัยอยู่ร่วมกัน ในระบบของแหล่งที่อยู่ใดแหล่งที่อยู่หนึ่งในแหล่งที่อยู่ (habitat) แหล่งใดแหล่งหนึ่ง และความเกี่ยวข้องสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมในแหล่งที่อยู่นั้นโดยจำแนกเป็นกลุ่มผู้ผลิต (producer) อันได้แก่ สิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารเองได้ด้วยการสังเคราะห์ด้วยแสง เช่น พืช (plant) สาหร่ายเซลล์เดียว รวมถึงแบคทีเรียบางชนิดที่สามารถสร้างอาหารเองได้ เช่น ไซยาโนแบคทีเรีย กลุ่มผู้บริโภค (consumer) เป็นสิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ ต้องใช้สารอาหารจากผู้ผลิตอีกทีหนึ่ง แบ่งเป็นหลายชนิดตามอาหารที่กิน เช่น ผู้บริโภคพืช (herbivore) ผู้บริโภคสัตว์ (carnivore) ผู้บริโภคทั้งพืชและสัตว์ (omnivore) ผู้บริโภคซากอินทรีย์ที่ทับถมกันในดิน (detritivore) และผู้บริโภคาซากตาย (scavenger) กลุ่มผู้ย่อยสลายอินทรีย์สาร (decomposer) ทำหน้าที่สลายซากและเศษอินทรีย์ต่าง ๆ โดยการหลั่งเอนไซม์ออกไปย่อยซากอินทรีย์ แล้วดูดซึมอาหารที่ย่อยเข้าสู่เซลล์ ซากอินทรีย์ที่ถูกย่อยจะกลายเป็นสารอนินทรีย์ที่พืชสามารถนำไปใช้ได้อีก ได้แก่ ราและแบคทีเรีย



เกมปริศนาสามก๊ก เรื่อง โครงสร้างของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ



* จงเติมคำ 5 คำ ลงในช่องว่างให้ครบ และในแต่ละแถวจะต้องไม่ซ้ำกัน
ทั้งแนวตั้งและแนวนอน

A แทน ผู้ผลิต

B แทน สัตว์กินพืช

C แทน สัตว์กินสัตว์

D แทน สัตว์กินทั้งพืชและสัตว์

E แทน รา จุลินทรีย์

B				
			D	
		A		
			E	
			C	

E			B	
			A	
	B	C		
			E	

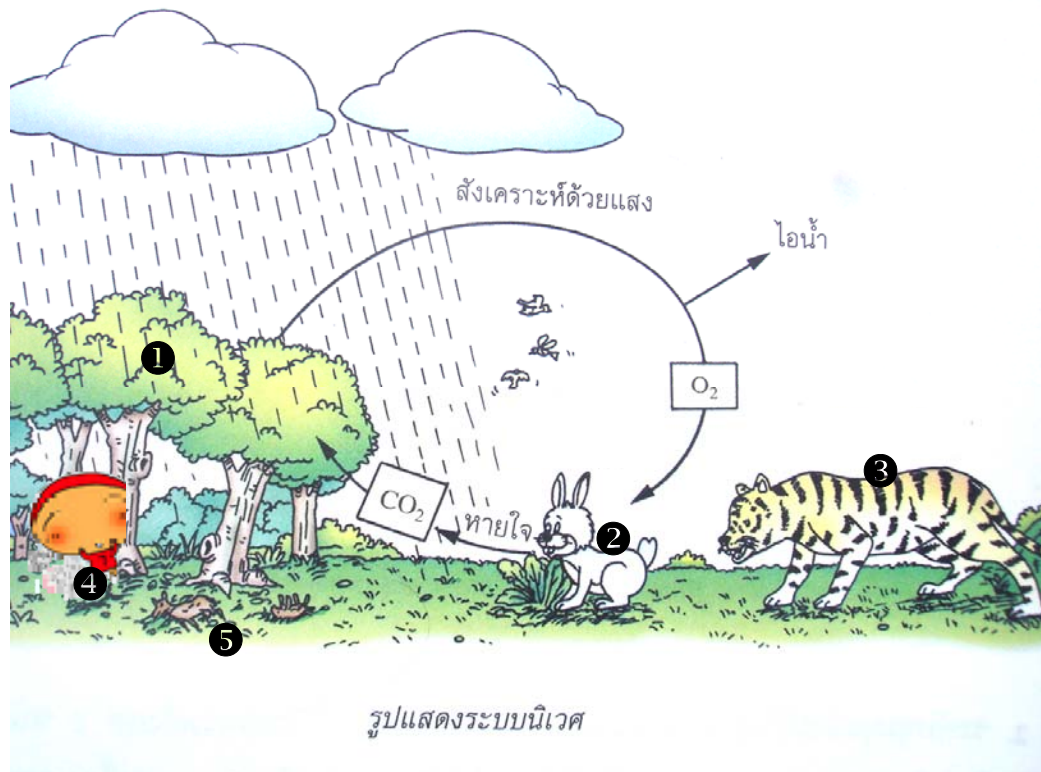
E				
			D	
	A		E	
			B	

B	C			
		B		A
D				
		A		

กิจกรรมหลังเล่นเกม



ผู้เรียนนำคำปริศนาที่ค้นพบทั้ง 5 คำ ไปเติมลงในภาพให้ถูกต้อง



เฉลยเกมปริศนาสามก๊ก เรื่อง โครงสร้างของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

A แทน ผู้ผลิต

B แทน ลักตว์กินพืช

C แทน ลักตว์กินลักตว์

D แทน ลักตว์กินทั้งพืชและลักตว์

E แทน รา จุลินทรีย์

B	C	E	A	D
A	B	C	D	E
D	E	A	B	C
C	D	B	E	A
E	A	D	C	B

E	C	D	B	A
D	E	B	A	C
B	A	E	C	D
A	B	C	D	E
C	D	A	E	B

E	B	A	C	D
A	C	B	D	E
D	A	C	E	B
B	E	D	A	C
C	D	E	B	A

A	B	D	C	E
B	C	E	A	D
C	E	B	D	A
D	A	C	E	B
E	D	A	B	C

เฉลยจากภาพ

หมายเลข 1 producer

หมายเลข 2 herbivore

หมายเลข 3 carnivore

หมายเลข 4 omnivore

หมายเลข 5 decomposer

ใบกิจกรรมที่ 2

เรื่อง ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศระบบนิเวศ

คำชี้แจง นักเรียนออกแบบโลโก้ที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของโครงสร้างสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

1. ชื่อผลงาน
2. วัตถุประสงค์
3. แนวความคิด
4. วัสดุอุปกรณ์
5. งบประมาณที่ใช้
6. ประโยชน์ที่ได้รับ
7. คณะผู้จัดทำ



แบบประเมินผลงาน
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ระดับชั้น ม. .../.....

ชื่อผลงาน

ลำดับที่	ชื่อ - สกุล	ตรงตามจุดประสงค์				การลำดับความคิด				การสรุปความคิด				ความคิดสร้างสรรค์				การนำไปใช้ประโยชน์				รวมคะแนน	ระดับคุณภาพ
		4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1		
1																							
2																							
3																							
4																							
5																							
6																							
7																							
8																							
9																							
10																							

หมายเหตุ

ระดับคุณภาพ

- 16 - 20 คะแนน อยู่ในระดับคุณภาพ ดีมาก
 11 - 15 คะแนน อยู่ในระดับคุณภาพ ดี
 6 - 10 คะแนน อยู่ในระดับคุณภาพ พอใช้
 0 - 5 คะแนน อยู่ในระดับคุณภาพ ปรับปรุง

ลงชื่อผู้สอน.....

วันที่.....

เกณฑ์การประเมินผล

เกณฑ์การประเมินผล	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
ตรงตามจุดประสงค์	อธิบาย จำแนกได้อย่างถูกต้องครบถ้วน นำเสนอรายละเอียดที่เป็นเหตุผลประกอบ	อธิบาย จำแนกได้อย่างถูกต้องครบถ้วน	อธิบาย จำแนกได้อย่างถูกต้อง	อธิบาย จำแนกบางส่วนและยังไม่ถูกต้อง
การลำดับความคิด	เขียนลำดับความคิดเป็นขั้นตอนชัดเจน มีการโยงประเด็นต่างๆ เข้าด้วยกัน และมีการสรุปความคิดอย่างเหมาะสม	เขียนลำดับความคิดค่อนข้างชัดเจน มีการเชื่อมโยงประเด็นต่างๆ เข้าด้วยกัน	เขียนลำดับความคิดค่อนข้างชัดเจน แต่ยังไม่สมบูรณ์อยู่บางช่วงบางประเด็น การเชื่อมโยงเข้าด้วยกัน การสรุปความคิดยังไม่ชัดเจน	เขียนลำดับความคิดค่อนข้างสับสนและวาววน ประเด็นต่างๆ ไม่ได้รับการเชื่อมโยงเข้าด้วยกันและขาดการสรุปความคิด
การสรุปความคิด	เก็บรวบรวมข้อมูล สรุปเป็นข้อเท็จจริงได้อย่างละเอียดและถูกต้องอย่างเป็นรูปธรรม	เก็บรวบรวมข้อมูล สรุปเป็นข้อเท็จจริงได้ถูกต้อง	เก็บรวบรวมข้อมูล สรุปข้อเท็จจริงได้	เก็บรวบรวมข้อมูล สรุปเป็นข้อเท็จจริงได้ แต่ยังไม่ละเอียดถูกต้องตามหลักการ
ความคิดสร้างสรรค์	มีการอธิบายเพิ่มเติมตามความเข้าใจของตนเอง ตรงตามวัตถุประสงค์และประเด็นที่ตั้งไว้อย่างมั่นใจ มีความชัดเจน	มีการอธิบายเพิ่มเติมตามความเข้าใจของตนเอง ตรงตามวัตถุประสงค์และประเด็นที่ตั้งไว้อย่างมั่นใจ	มีการอธิบายเพิ่มเติมตามความเข้าใจของตนเอง ตรงตามวัตถุประสงค์และประเด็นที่ตั้งไว้	มีการอธิบายเพิ่มเติมตามความเข้าใจของตนเอง แต่ยังไม่ครบถ้วน
การนำไปใช้ประโยชน์	เห็นคุณค่า สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ และลงมือปฏิบัติได้ตระหนักถึงความสำคัญในการนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ	เห็นคุณค่า สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ และลงมือปฏิบัติได้ตระหนักถึงความสำคัญในการนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวันได้	เห็นคุณค่า สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ และลงมือปฏิบัติได้	ขาดวิธีการประยุกต์ใช้ความรู้

แบบประเมินทักษะกระบวนการ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ระดับชั้น ม. .../.....

ชื่อผลงาน

ลำดับที่	ชื่อ - สกุล	กระบวนการกลุ่ม				การเขียนสรุป ผลงาน				การสืบค้นจาก แหล่งเรียนรู้				การนำเสนอ ผลงาน				การออกแบบ ผลงาน				รวมคะแนน	ระดับคุณภาพ		
		4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1			20	4
1																									
2																									
3																									
4																									
5																									
6																									
7																									
8																									
9																									
10																									

หมายเหตุ

ระดับคุณภาพ

16 - 20	คะแนน	อยู่ในระดับคุณภาพ ดีมาก
11 - 15	คะแนน	อยู่ในระดับคุณภาพ ดี
6 - 10	คะแนน	อยู่ในระดับคุณภาพ พอใช้
0 - 5	คะแนน	อยู่ในระดับคุณภาพ ปรับปรุง

ลงชื่อผู้สอน.....

วันที่

เกณฑ์การประเมินผล

เกณฑ์การประเมินผล	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
กระบวนการกลุ่ม	สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้ดี ปฏิบัติหน้าที่ของตนได้อย่างดีและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างดีสม่ำเสมอ	สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ดี	สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นและสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ดีพอสมควร	สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นและสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้บ้าง
การเขียนสรุปผลงาน	เก็บรวบรวมข้อมูลสรุปเป็นข้อเท็จจริง เล่าเขียนได้อย่างละเอียดและถูกต้องอย่างเป็นรูปธรรม	เก็บรวบรวมข้อมูลสรุปเป็นข้อเท็จจริง เล่าเขียนได้ถูกต้อง	เก็บรวบรวมข้อมูลสรุปข้อเท็จจริง เล่าเขียนได้	เก็บรวบรวมข้อมูลสรุปเป็นข้อเท็จจริงได้แต่ยังเล่า เขียนไม่ละเอียดถูกต้องตามหลักการ
การสืบค้นจากแหล่งเรียนรู้	มีการสืบค้นเพิ่มเติมตามความเข้าใจของตนเอง ตรงตามวัตถุประสงค์และประเด็นที่ตั้งไว้อย่างมั่นใจ มีความชัดเจน	มีการสืบค้นเพิ่มเติมตามความเข้าใจของตนเอง ตรงตามวัตถุประสงค์และประเด็นที่ตั้งไว้อย่างมั่นใจ	มีการสืบค้นเพิ่มเติมตามความเข้าใจของตนเอง ตรงตามวัตถุประสงค์และประเด็นที่ตั้งไว้	มีการสืบค้นเพิ่มเติมตามความเข้าใจของตนเอง แต่ยังไม่ครบถ้วน
การนำเสนอผลงาน	อธิบายเหตุผลได้ถูกต้อง มีความคล่องแคล่วในการพูดอธิบายดีมาก	อธิบายเหตุผลได้ถูกต้องเป็นส่วนมาก มีความคล่องแคล่วในการพูดอธิบายดี	อธิบายเหตุผลได้ถูกต้องบางส่วน มีความคล่องแคล่วในการพูดอธิบายพอใช้	ไม่สามารถอธิบายเหตุผลได้เลย
การออกแบบผลงาน	ตรงตามวัตถุประสงค์เนื้อหาครบสมบูรณ์ มีความแปลกใหม่ผลงาน	ตรงตามวัตถุประสงค์เนื้อหาครบสมบูรณ์ รูปแบบผลงานซ้ำ	ตรงตามวัตถุประสงค์บ้าง เนื้อหาไม่สมบูรณ์ รูปแบบผลงานซ้ำ	ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์เนื้อหาไม่สมบูรณ์ รูปแบบผลงานซ้ำ

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ระดับชั้น ม. .../.....

ชื่อผลงาน

ลำดับที่	ชื่อ - สกุล	ความรับผิดชอบ				การแลกเปลี่ยน ความคิดเห็น				การทำงานร่วมกับ ผู้อื่น				ความคิด สร้างสรรค์				การนำไปใช้ ประโยชน์				รวมคะแนน	ระดับคุณภาพ
		4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1		
1																							
2																							
3																							
4																							
5																							
6																							
7																							
8																							
9																							
10																							

หมายเหตุ

ระดับคุณภาพ

- | | | |
|---------|-------|----------------------------|
| 16 - 20 | คะแนน | อยู่ในระดับคุณภาพ ดีมาก |
| 11 - 15 | คะแนน | อยู่ในระดับคุณภาพ ดี |
| 6 - 10 | คะแนน | อยู่ในระดับคุณภาพ พอใช้ |
| 0 - 5 | คะแนน | อยู่ในระดับคุณภาพ ปรับปรุง |

ลงชื่อผู้สอน.....

วันที่

เกณฑ์การประเมินผล

เกณฑ์การประเมินผล	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
ความรับผิดชอบ	มีรับผิดชอบในงานส่วนตัวและรับผิดชอบงานส่วนรวมมาก	มีรับผิดชอบในงานส่วนตัวและรับผิดชอบงานส่วนรบน้อย	มีรับผิดชอบในงานส่วนตัวไม่รับผิดชอบงานส่วนรวม	ไม่มีความรับผิดชอบในงานส่วนตัวและงานส่วนรวม
การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น	มีการยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นเป็นอย่างดี	มีการยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นสม่ำเสมอ	มีการยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นบางครั้ง	มีการยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นบ้าง
การทำงานร่วมกับผู้อื่น	สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้ดี ปฏิบัติหน้าที่ของตนได้อย่างดีและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างดีสม่ำเสมอ	สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ดี	สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นและสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ดีพอสมควร	สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นและสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้บ้าง
ความคิดสร้างสรรค์	มีการอธิบายเพิ่มเติมตามความเข้าใจของตนเอง ตรงตามวัตถุประสงค์และประเด็นที่ตั้งไว้อย่างมั่นใจ มีความชัดเจน	มีการอธิบายเพิ่มเติมตามความเข้าใจของตนเอง ตรงตามวัตถุประสงค์และประเด็นที่ตั้งไว้อย่างมั่นใจ	มีการอธิบายเพิ่มเติมตามความเข้าใจของตนเอง ตรงตามวัตถุประสงค์และประเด็นที่ตั้งไว้	มีการอธิบายเพิ่มเติมตามความเข้าใจของตนเอง แต่ยังไม่ครบถ้วน
การนำไปใช้ประโยชน์	เห็นคุณค่า สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ และลงมือปฏิบัติได้ตระหนักถึงความสำคัญในการนำไปใช้ในชีวิตรประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ	เห็นคุณค่า สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ และลงมือปฏิบัติได้ตระหนักถึงความสำคัญในการนำไปใช้ในชีวิตรประจำวันได้	เห็นคุณค่า สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ และลงมือปฏิบัติได้	ขาดวิธีการประยุกต์ใช้ความรู้

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (ว 33101)

เรื่อง ระบบนิเวศ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ
2. ให้นักเรียนเขียนชื่อ-นามสกุล ชั้น ห้อง ลงในกระดาษคำตอบ
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ
3. ห้ามนักเรียนทำเครื่องหมายหรือเขียนสิ่งใดๆ ลงในแบบทดสอบ
4. ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 90 นาที

1. ข้อใดบอกความหมายของระบบนิเวศได้ถูกต้องที่สุด
 - ก. ประชากรของผีเสื้อขนาดใหญ่
 - ข. ช้างไทยที่อาศัยอยู่ในเขาใหญ่
 - ค. บั๊จจัยที่ไม่มีชีวิตทั้งหมดในทุ่งนา
 - ง. ลั้ตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่อาศัยอยู่ในมหาสมุทรแปซิฟิก
 - จ. ส่วนประกอบที่มีชีวิตและไม่มีชีวิตที่สัมพันธ์กันในสระแห่งหนึ่ง
2. ข้อมูลในข้อใดที่แสดงความหมายของประชากรได้ถูกต้อง
 - ก. ต้นกล้วยไม้ในโรงเรียน มีอยู่ 200 ต้น
 - ข. เมื่อสัปดาห์ที่แล้วแล้วมีหญิงเจ้าชู้ ออกขึ้นมา 30 ต้น
 - ค. เดือนพฤษภาคมปีที่แล้วมีรถจอดอยู่ในบริเวณโรงเรียน 350 คัน
 - ง. เมื่อเดือนที่แล้วมีปลาฉลามและปลาช่อนอยู่ในสระ อย่างละ 50 ตัว
 - จ. ในปี พ.ศ. 2551 มีนักเรียนหญิงในจังหวัดสมุทรปราการ 4500 คน
3. ระหว่างเดินทางกลับบ้าน นักเรียนพบปลวกจำนวนมากอยู่ใต้ขอนไม้ นักเรียนคิดว่าเหตุการณ์ที่พบสามารถสรุปความหมายได้ตรงกับข้อใด
 - ก. ประชากร
 - ข. ระบบนิเวศ
 - ค. แหล่งที่อยู่
 - ง. กลุ่มสิ่งมีชีวิต
 - จ. โลกของสิ่งมีชีวิต

จงพิจารณาข้อมูลต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 4

ลักษณะเป็นป่าไม้บริเวณน้ำกร่อย สภาพดินเลนมีกลุ่มพืช มีรากค้ำจุน และรากหายใจ กลุ่มสัตว์ที่พบมี ทั้งสัตว์น้ำ สัตว์หน้าดิน และสัตว์ในดิน เป็นแหล่งอนุบาลสัตว์ทะเลหลายชนิด

4. จากข้อมูลจัดเป็นระบบนิเวศชนิดใด

- ก. ระบบนิเวศป่าไม้
- ข. ระบบนิเวศชุมชน
- ค. ระบบนิเวศแหล่งน้ำจืด
- ง. ระบบนิเวศป่าชายเลน
- จ. เมืองระบบนิเวศทะเล

5. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับผู้บริโภค

- ก. บริโภคผู้ผลิตเท่านั้น
- ข. สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้
- ค. ผลิตเอนไซม์ย่อยสลายสิ่งมีชีวิต
- ง. ช่วยทำให้สารอาหารหมุนเวียนเป็นวัฏจักร
- จ. สร้างอาหารเองไม่ได้ ต้องอาศัยอาหารจากแหล่งอื่น

6. ถ้าระบบนิเวศไม่มีผู้ย่อยสลายอินทรีย์สารจะส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตใดมากที่สุด

- ก. ผู้ผลิต
- ข. ผู้บริโภคพืช
- ค. ผู้บริโภคสัตว์
- ง. ผู้ผลิต ผู้บริโภคพืช
- จ. ผู้บริโภคทั้ง-พืชและสัตว์

7. ถ้านักเรียนจะจัดตู้ปลาเพื่อเลี้ยงปลาทอง สิ่งมีชีวิตในข้อใดที่นักเรียนต้องใส่ในตู้ปลาเพื่อทำหน้าที่เป็นผู้ผลิตในระบบนิเวศของตู้ปลา

- ก. ไรน้ำ
- ข. สาหร่าย
- ค. ปลาทอง
- ง. แบคทีเรีย
- จ. ปลาหางนกยูง

8. มีตุ้เลี้ยงปลาแบบปิดสนิทตั้งริมหน้าต่างห้องมีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ในตู้ปลาได้แก่ ปลา กุ้งฝอย หอย
พืชน้ำ โปรโตซัว สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้นานนับเดือน นักเรียนคิดว่า น่าจะเป็นเพราะสาเหตุใด
- สิ่งมีชีวิตไม่เจริญเติบโต
 - สิ่งมีชีวิตไม่รบกวนซึ่งกันและกัน
 - การได้และใช้พลังงานอยู่ในสภาพสมดุล
 - มีการแลกเปลี่ยนพลังงานระหว่างสิ่งมีชีวิต
 - ไม่มีแบคทีเรียเข้าไปทำให้สิ่งมีชีวิตไม่ถูกทำลาย
9. ปลาจลลากับเตาจลลามีความสัมพันธ์กันแบบใด
- ภาวะพึ่งพา
 - ภาวะอิงอาศัย
 - ภาวะการล่าเหยื่อ
 - ภาวะการมีปรสิต
 - ภาวะได้ประโยชน์ร่วมกัน
10. ตัวหมัดในขนของหนูได้ประโยชน์จากความเสียหายของหนู ความสัมพันธ์ชนิดนี้เป็นแบบใด
- การล่าเหยื่อ
 - ภาวะพึ่งพา
 - ภาวะอิงอาศัย
 - ภาวะการมีปรสิต
 - การได้ประโยชน์ร่วมกัน
11. ในดินมีราบางชนิดสามารถใช้ส่วนของไฮฟา (hypha) แทงเข้าไปในตัวอะมีบา จากนั้นอะมีบาจะหยุด
การเคลื่อนที่และตายในที่สุด นักเรียนคิดว่าราและอะมีบามีความสัมพันธ์กันอย่างไร
- การล่าเหยื่อ
 - ภาวะอิงอาศัย
 - ภาวะที่ต้องพึ่งพา
 - ภาวะการมีปรสิต
 - ภาวะมีการย่อยสลาย

12. จากการทดลองพบว่า ราชชนิด A เจริญอยู่บนมันฝรั่งสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงให้เป็นน้ำตาลมอลโตสได้ โดยการใช้เอนไซม์อะไมเลส แล้วทำให้แบคทีเรียชนิด B ซึ่งไม่สามารถเปลี่ยนแปลงให้เป็นน้ำตาลได้ แต่สามารถนำน้ำตาลมอลโตสมาใช้ได้ ทำให้แบคทีเรียชนิด B เจริญได้ นักเรียนคิดว่าราและแบคทีเรีย B มีความสัมพันธ์แบบใด

- ก. ภาวะอิงอาศัย
- ข. ภาวะที่ต้องพึ่งพา
- ค. ภาวะมีการเกื้อกูล
- ง. ภาวะมีการย่อยสลาย
- จ. การได้ประโยชน์ร่วมกัน

จงพิจารณาข้อมูลต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 13-14

0 = สิ่งมีชีวิตไม่ได้และไม่เสียประโยชน์
 + = สิ่งมีชีวิตที่ได้รับประโยชน์
 - = สิ่งมีชีวิตที่เสียประโยชน์

13. กุ้งตัวเล็กๆ กินปรสิตบนผิวหนังของปลาทะเลชนิดหนึ่ง กลุ่มของสัญลักษณ์ใดใช้แทนความสัมพันธ์ระหว่างปลากับสิ่งมีชีวิตทั้งสองชนิด

- ก. - กับกุ้ง 0 ปรสิต
- ข. 0 กับกุ้ง - ปรสิต
- ค. + กับกุ้ง 0 ปรสิต
- ง. - กับกุ้ง + ปรสิต
- จ. + กับกุ้ง - ปรสิต

14. กลุ่มของสัญลักษณ์ใดชี้ให้เห็นถึงความสัมพันธ์ที่น่าจะมีอยู่น้อยที่สุดในธรรมชาติ

- ก. - 0
- ข. - -
- ค. + 0
- ง. + -
- จ. + +

15. สิ่งมีชีวิตชนิดแรกของห่วงโซ่อาหารในธรรมชาติส่วนใหญ่มีลักษณะตามข้อใด

- ก. ผู้ย่อยสลายอินทรีย์สาร
- ข. สิ่งมีชีวิตกินพืชเป็นอาหาร
- ค. สิ่งมีชีวิตที่กินสัตว์เป็นอาหาร
- ง. สิ่งมีชีวิตที่สังเคราะห์ด้วยแสงได้
- จ. สิ่งมีชีวิตที่กินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหาร

16. สิ่งมีชีวิตชนิดใดที่ไม่ใช่ผู้ผลิตในระบบนิเวศ

- ก. เห็ด
- ข. สาหร่ายสีเขียว
- ค. แผลงก์ตอนพืช
- ง. ต้นกาบหอยแครง
- จ. ต้นหม้อข้าวหม้อแกงลิง

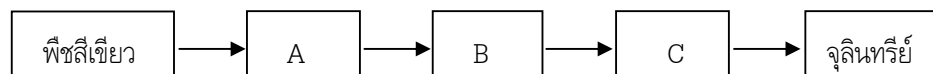
17. การถ่ายทอดพลังงานในห่วงโซ่อาหารใดถูกต้องที่สุด

- ก. แบคทีเรีย → หญ้า → สุนัขจิ้งจอก → นกเค้าแมว
- ข. หญ้า → ตั๊กแตน → กบ → งู
- ค. รา → แผลงเต่าทอง → สาหร่าย → หนู
- ง. สาหร่าย → งู → เบ็ด → กวาง
- จ. ข้าว → หนอน → ผีเสื้อ → นก

18. ระบบนิเวศในนาข้าวมีการถ่ายทอดพลังงานอย่างไร

- ก. ข้าว → หนู → งู → เหยี่ยว
- ข. ข้าว → หนอน → นก → คน
- ค. ข้าว → ผีเสื้อ → นก
- ง. ข้าว → หนอน → ไล่เตียน
- จ. ข้าว → หนอน → ผีเสื้อ → นก

จงพิจารณาข้อมูลต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 19



19. การถ่ายทอดพลังงานในห่วงโซ่อาหาร เมื่อใช้การกินอาหารเป็นเกณฑ์ กลุ่มสัตว์ A, B และ C จะเป็นไปตามข้อใด

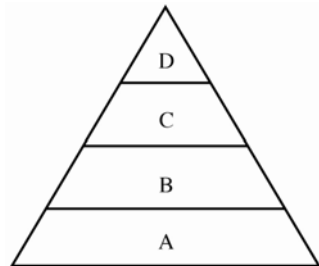
- ก. บริโภคพืช บริโภคสัตว์ บริโภคสัตว์
- ข. บริโภคพืชและสัตว์ บริโภคพืช บริโภคสัตว์
- ค. บริโภคพืช บริโภคสัตว์ บริโภคพืชและสัตว์
- ง. บริโภคสัตว์ บริโภคพืชและสัตว์ บริโภคพืช
- จ. บริโภคพืช บริโภคพืชและสัตว์ บริโภคสัตว์

20. หญ้า → กระท่าย → แมวป่า

จากห่วงโซ่อาหาร ถ้าประชากรแมวป่าลดลงน่าจะเกิดผลใดต่อประชากรกระท่ายในระยะยาวอย่างไร

- ก. ลดลง
- ข. เพิ่มขึ้น
- ค. เท่าเดิม
- ง. ลดลงแล้วเพิ่มขึ้น
- จ. เพิ่มขึ้นแล้วลดลง

21.

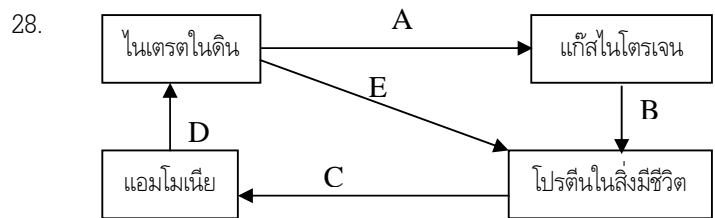


จากรูปแสดงพีระมิดอาหาร นักเรียนคิดว่าเห็ด ราและแบคทีเรียควรอยู่ในส่วนใดของพีระมิด

- ก. A
- ข. B
- ค. C
- ง. D
- จ. A B

22. สิ่งใดมีบทบาทสำคัญในการทำหน้าที่เชื่อมโยงหน่วยสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิตและช่วยให้สสารหมุนเวียนเป็นวัฏจักรได้
- ผู้ล่า
 - ผู้ผลิต
 - ผู้บริโภครวม
 - ดวงอาทิตย์
 - ผู้ย่อยสลายอินทรีย์สาร
23. กระบวนการใดที่ไม่เกี่ยวข้องกับการเกิดวัฏจักรน้ำ
- การระเหย
 - การหายใจ
 - การระเหิด
 - การคายน้ำ
 - การควบแน่น
24. เพราะเหตุใดแบคทีเรียจึงมีความสำคัญต่อวัฏจักรต่างๆ ในระบบนิเวศ
- แบคทีเรียช่วยสะสมสารเคมี
 - แบคทีเรียช่วยในการสลายสารต่างๆ
 - แบคทีเรียช่วยปล่อยพลังงานที่จำเป็นสำหรับใช้ในวัฏจักร
 - แบคทีเรียเปลี่ยนแปลงสารเคมีให้อยู่ในรูปที่สิ่งมีชีวิตเอาไปใช้ได้
 - แบคทีเรียช่วยสะสมสารเคมีและเปลี่ยนแปลงสารเคมีให้เป็นพลังงาน
25. ข้อใดกล่าว**ไม่ถูกต้อง**
- น้ำเป็นองค์ประกอบสำคัญที่สุดของสิ่งมีชีวิต
 - สิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่ไม่สามารถใช้แก๊สไนโตรเจนในอากาศได้
 - ในบรรยากาศมีแก๊สไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบประมาณ 78 %
 - พืชเป็นผู้ผลิตจะใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อสร้างแป้งและน้ำตาล
 - ไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบหลักที่สำคัญของสารที่ประกอบกันขึ้นเป็นสิ่งมีชีวิต
26. วัฏจักรของสารมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศด้านใดมากที่สุด
- ทำให้สารต่างๆเปลี่ยนรูปเป็นสารอินทรีย์
 - ทำให้มีการเปลี่ยนรูปไปมาในธรรมชาติ
 - ทำให้เกิดการหมุนเวียนพลังงานในระบบนิเวศ
 - ทำให้สารต่างๆอยู่ในระดับสมดุลกับสิ่งมีชีวิต
 - ทำให้ปริมาณพลังงานในธรรมชาติไม่หมดสิ้น

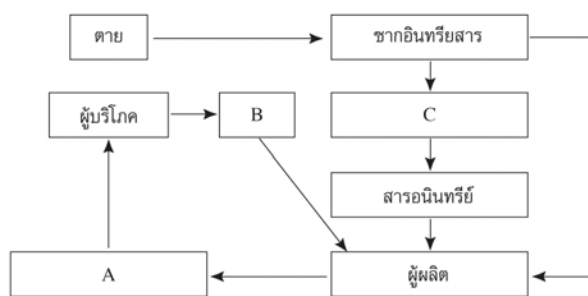
27. วัฏจักรของสารใดจะเกิดการหมุนเวียนในระบบนิเวศน้อยที่สุดถ้าพืชไม่มีการสังเคราะห์ด้วยแสง
- น้ำ
 - คาร์บอน
 - กำมะถัน
 - ฟอสฟอรัส
 - ไนโตรเจน



จากภาพวัฏจักรไนโตรเจน กระบวนการใดที่ขึ้นอยู่กับกิจกรรมของ nitrifying bacteria

- A
- B
- C
- D
- E

จงพิจารณาแผนภาพการหมุนเวียนสารโดยสิ่งมีชีวิตดังนี้



29. การเกิดสารตามขั้นตอน A, B และ C เป็นไปตามข้อใด
- อาหารและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แก๊สออกซิเจน
 - อาหาร แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ผู้ย่อยสลายอินทรีย์สาร A
 - แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แก๊สออกซิเจน ผู้ย่อยสลายอินทรีย์
 - อาหารและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แก๊สออกซิเจน ผู้ย่อยสลายอินทรีย์สาร
 - สารอาหารและแก๊สออกซิเจน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ผู้ย่อยสลายอินทรีย์สาร

พิจารณาข้อมูลต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 30

- A ระบบนิเวศน้ำจืดอุดมด้วยแรธาตุ อินทรีย์สาร เป็นที่อยู่อาศัยของพืชและสัตว์น้ำจืด
- B ระบบนิเวศในทะเลอุดมด้วยแพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ เป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์ทะเล
- C ระบบนิเวศป่าชายเลนเป็นดินเลนมีแรธาตุอุดมสมบูรณ์เป็นที่อยู่อาศัยของกุ้ง หอย ปู ปลา โกงกาง ลำพู แสม
- D ระบบนิเวศป่าไม้เป็นระบบนิเวศที่มีความหลากหลายทางชีวภาพมากเป็นแหล่งอาหาร ผลิตภัณฑ์ของไม้ และยารักษาโรค

30. ระบบนิเวศใดที่ช่วยควบคุมอุณหภูมิของโลกไม่ให้สูงขึ้นจากปรากฏการณ์เรือนกระจก

- ก. A และ B
- ข. B และ C
- ค. C และ D
- ง. เฉพาะ D เท่านั้น
- จ. A B C และ D

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ชุดนี้ มีทั้งหมด 3 ข้อ
2. นักเรียนจะได้คะแนนสูงถ้าตอบได้มากวิธี มีเหตุผลและเป็นแนวคิดใหม่ที่เป็นของตนเองหรือตอบเรื่องที่คุณอื่นคิดไม่ถึง
3. แบบทดสอบแต่ละข้อให้นักเรียนทำข้อละ 10 นาที ถ้านักเรียนได้ยินสัญญาก่อนหมดเวลาให้หยุดทำทันที แล้วเตรียมทำข้อต่อไป
4. เขียนชื่อ นามสกุล เลขที่ ห้องเรียน ให้เรียบร้อยก่อนลงในกระดาษคำตอบก่อนลงมือทำแบบทดสอบ

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

นักวางแผน

ชื่อ - นามสกุล ชั้น เลขที่



สถานการณ์ที่ 1 ขยะที่มีจำนวนเพิ่มขึ้นในแต่ละวันส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต
ถ้านักเรียนเป็นนักวางแผนระดับโลก นักเรียนจะมีวิธีใดบ้างที่น่าสนใจ แปลกใหม่
คนอื่นคิดไม่ถึง ไม่ซ้ำกับใคร ในการกำจัดขยะเหล่านี้โดยไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

นักออกแบบ

ชื่อ - นามสกุล ชั้น เลขที่



สถานการณ์ที่ 2 ขวดน้ำพลาสติกเป็นขยะที่มีปริมาณมากที่สุดในแต่ละวัน เนื่องจากคนส่วนใหญ่นิยมซื้อดื่มเพราะสะดวกต่อการบริโภค หลังจากบริโภคเสร็จก็ทิ้ง ถ้านักเรียนเป็นนักออกแบบบรรจุภัณฑ์ นักเรียนจะใช้วัสดุใดมาทดแทนการใช้พลาสติกบรรจุน้ำได้บ้าง ต้องเป็นสิ่งที่น่าสนใจ แปลกใหม่ คนอื่นคิดไม่ถึง ไม่ซ้ำกับใครและไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
นักประดิษฐ์

ชื่อ - นามสกุล ชั้น เลขที่



สถานการณ์ที่ 3 ถ้านักเรียนเป็นนักประดิษฐ์มือหนึ่งของโลก นักเรียนจะนำขวดน้ำพลาสติกมาประดิษฐ์สิ่งใดได้บ้างที่น่าสนใจ แปลกใหม่ คนอื่นคิดไม่ถึง ไม่ซ้ำกับใครและไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ - ชื่อสกุล	นางกุลธิดา พลเยี่ยม
วัน เดือน ปีเกิด	6 สิงหาคม 2520
สถานที่เกิด	อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	4/286 ห้อง 1306 ซอยวัดกำแพง ถนนพระราม 2 แขวงแสมดำ เขตบางขุนเทียน จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10150
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนราชประชาสถาลัย ฝ่ายมัธยม รัชดาภิเษก ในพระบรมราชูปถัมภ์ ตำบลบางจาก อำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2548	มัธยมศึกษาตอนปลาย จาก โรงเรียนนางรอง อำเภอนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์
พ.ศ. 2543	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (ชีววิทยาประยุกต์) จาก มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
พ.ศ. 2552	ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต กศ.ม. (การมัธยมศึกษา สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์) จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร