

373.0118
0 134 n
8.3

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้เอกสารวิทยาศาสตร์
ประกอบการสอนและการสอนตามคู่มือครู

13 ต.ค. 2538

ปริญญานิพนธ์
ของ
อดุลย์ วงษ์ใหญ่

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา
มีนาคม 2538
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

194996

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ที่ได้รับการสอนโดยใช้เอกสารวิทยาศาสตร์
ประกอบการสอนและการสอนตามคู่มือครู

บทคัดย่อ
ของ
อศลย์ วงษ์ใหญ่

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา

มีนาคม 2538

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้นวัตกรรมวิทยาศาสตร์ประกอบการสอนและการสอนตามคู่มือครู

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2537 โรงเรียนโพธิ์ทอง "จินตนา" อำเภอโพธิ์ทอง จังหวัดอ่างทอง จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 30 คน กลุ่มทดลองสอนโดยใช้นวัตกรรมวิทยาศาสตร์ประกอบการสอน กลุ่มควบคุมสอนโดยการสอนตามคู่มือครู ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ Randomized Control Group Pretest-Posttest design วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ t-test

ผลการศึกษพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังสอนและก่อนสอนของกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังสอนและก่อนสอนของกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
5. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังสอนและก่อนสอนของกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
6. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังสอนและก่อนสอนของกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

A COMPARATIVE STUDY OF ACHIEVEMENT AND SCIENTIFIC CREATIVE THINKING
OF MATHAYOM SUKSA 1 STUDENT THROUGH INSTRUCTION USING
SCIENTIFIC PAMPHLET AND THE TEACHER'S MANUAL

AN ABSTRACT

BY

ADOOL WONGYAI

Presented in partial fulfillment of the requirements for the
Master of Education degree in Secondary Education
at Srinakharinwirot University
March 1995

The purpose of this study was to compare Mathayom Suksa I students' achievement and Scientific creative thinking through instructions using seientific pamphlets and teacher's manual.

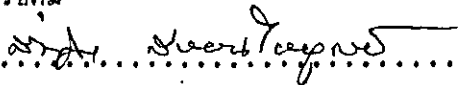
The samples of this study were Students in Mathayom suksa I of Phothong "Jindamanee" School, Phothong District, Angthong Province, during the second semester of the 1994 academic year. The Samples were divided into experimental and control groups, each with 30 Students. The experimental group was taught through instructions using the set of seiantific pamphlets The control group was taught through the teachea's manual and the regular text. The statistical data was analysed using t-test at .01 level of significance.

The finding indicated that :

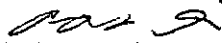
1. There were no significant differences found in the achievement of the experimental and control groups
2. There were significant differences found in the seientific creative sciene thinking between the experimental and control groups.
3. There were significant differences found in the achievement after and before using ; in the experimental group.
4. There were significant differences found in the achievement after and before using ; in of the control group.
5. There were significant differences found in seientific creative thinking after and betore using ; in the experimental group.
6. There were significant differences found in seientific creative thinking after and before using ; in the control group.

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้วเห็นสมควร
รับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

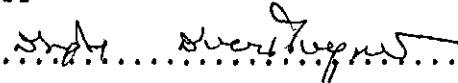
.....  ประธาน

(ผศ.สมจิต สวอนไพบูลย์)

.....  กรรมการ

(รศ.ดร.สมสรร วงษ์อ่อนน้อย)

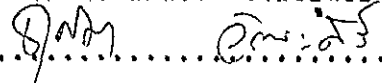
คณะกรรมการสอบ

.....  ประธาน

(ผศ.สมจิต สวอนไพบูลย์)

.....  กรรมการ

(รศ.ดร.สมสรร วงษ์อ่อนน้อย)

.....  กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(ผศ.ดร.ชติมา วัฒนะศิริ)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....  คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ดร.คิริฎา นุสสุวรรณ)

วันที่... ๙ ... เดือน... มิถุนายน ... พ.ศ. ๒๕๓๘ ...

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมจิต
สวชนไพบุลย์ รองศาสตราจารย์ ดร.สมสรร วงษ์อยู่น้อย และผู้ช่วยศาสตราจารย์
ดร.ชุตินา วัฒนศิริ ที่ให้คำแนะนำช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง
ไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณและขอบคุณผู้บริหาร คณะครูอาจารย์ และคณะนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
โรงเรียนโพธิ์ทอง "จินตามณี" และโรงเรียนโคกกะเทียมวิทยาลัย ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือและ
อำนวยความสะดวกในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ เอกการมัธยมศึกษา (การสอนวิทยาศาสตร์) รหัส 33 ทุกคน
โดยเฉพาะอาจารย์ สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก อาจารย์ลัดดา สายพานทอง อาจารย์สุนทรี
วัฒนพันธุ์ และอาจารย์ ศิริชาติ วงษ์ใหญ่ ที่ช่วยให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ ที่อาจมีได้เนื่องจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่อง
บูชาพระคุณของบิดา-มารดา และท่านที่เคยให้การอบรมสั่งสอนแก่ผู้วิจัยทุกท่าน

อคุลย์ วงษ์ใหญ่

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการค้นคว้า.....	4
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า.....	4
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า.....	10
เอกสารเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้.....	10
เอกสารเกี่ยวกับสื่อสิ่งพิมพ์.....	24
เอกสารเกี่ยวกับแผ่นพับจุลสารและแผ่นปลิว.....	30
เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์.....	34
เอกสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์.....	37
เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า.....	49
งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน...	52
งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	55
งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์วิทยาศาสตร์.....	57
สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า.....	59
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	61
ประชากร.....	61
กลุ่มตัวอย่าง.....	61

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	61
เวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	62
แบบแผนการทดลอง.....	62
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	63
ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ.....	63
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	67
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	68
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์.....	68
4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	70
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	70
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	71
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	77
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	77
สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า.....	77
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	78
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	79
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า.....	79
อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า.....	80
ข้อเสนอแนะ.....	84

บรรณานุกรม.....	85
-----------------	----

ภาคผนวก.....	95
--------------	----

ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	169
----------------------------	-----

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	แบบแผนการวิจัย.....	62
2	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุม.....	71
3	เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับ กลุ่มควบคุม.....	72
4	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังและก่อนการทดลองสอน ของนักเรียนกลุ่มทดลอง.....	73
5	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังและก่อนการทดลองสอน ของนักเรียนกลุ่มควบคุม.....	74
6	เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังและก่อนการทดลองสอนของ นักเรียนกลุ่มทดลอง.....	75
7	เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังและก่อนการทดลองสอนของ นักเรียนกลุ่มควบคุม.....	76
8	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และ ทดสอบหลังเรียน (Post-test) ของกลุ่มทดลอง.....	146
9	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และ ทดสอบหลังเรียน (Post-test) ของกลุ่มควบคุม.....	148
10	คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และ ทดสอบหลังเรียน (Post-test) ของกลุ่มทดลอง.....	150
11	คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และ ทดสอบหลังเรียน (Post-test) ของกลุ่มควบคุม.....	152

12	แสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ของ คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้าน ก่อนเรียน (Pre-test) และหลังเรียน (Post-test) ของกลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุม.....	154
13	แสดงค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์.....	155
14	แสดงความแปรปรวนของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นรายชื่อ.....	156
15	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์.....	159

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การพัฒนาประเทศจะประสบผลสำเร็จมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญคือ "กำลังคนที่มีคุณภาพ" คนในชาติจะมีคุณภาพเพียงใดขึ้นอยู่กับการจัดการศึกษา และผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการจัดการศึกษาคือ ครู (กรมการฝึกหัดครู. 2535 : คำนำ) กระทรวงศึกษาธิการได้กำหนดให้มีการศึกษา 2537 เป็นปีแห่งคุณภาพการศึกษา กรมสามัญศึกษาได้กำหนดนโยบายพร้อมทั้งแนวทางการพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอนทุกด้านแก่โรงเรียนมัธยมศึกษาในสังกัดทั่วประเทศ (สมชาติ รัตนถาวร. 2536 : 8) โดยเฉพาะอย่างยิ่งจะต้องเร่งพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอน วิชาวิทยาศาสตร์ เพราะการคิดวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นอย่างมีคุณภาพนั้นจะต้องใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ทั้งสิ้น การพัฒนาการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนเป็นบุคคลที่มีคุณภาพตามที่สังคมต้องการ ครูต้องปรับปรุงบทบาทการสอนเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ เพื่อสามารถคิดเป็นทำเป็นและแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง (พะยอม แก้วกำเนิด. 2536 : 6-9)

จากแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 7 พุทธศักราช 2533-2539 และนโยบายข้อที่ 4 ของกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ที่ว่าด้วยการส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยเร่งรัดพัฒนาการเรียนการสอน ศึกษาค้นคว้ารูปแบบ และวิธีการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ ทักษะ เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ รวมทั้งกระบวนการคิดการแก้ปัญหา และการปฏิบัติด้วยความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาตนเอง พัฒนาอาชีพ และพัฒนาสังคม นโยบายดังกล่าวสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2533) ที่ต้องการให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ สามารถสร้าง และปรับปรุงแนวทางปฏิบัติที่จะทำให้เกิดความเจริญแก่ตนเองและชุมชน

วิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นเป็นเรื่องเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมของนักเรียน ไม่ว่าจะเป็นเรื่องเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต พลังงานต่าง ๆ ตลอดจนสารเคมี ล้วนแต่เกี่ยวข้องกับชีวิตของนักเรียนทั้งสิ้นไม่ว่าทางตรงทางอ้อม แต่นักเรียนไม่สามารถนำความรู้จากการเรียนวิทยาศาสตร์

มาใช้ในชีวิตประจำวันได้เท่าที่ควร ถึงแม้ว่าจะมีการสอดแทรกในด้านเทคโนโลยีแต่ก็เป็นการเรียนการสอนในลักษณะของการรับรู้มากกว่าการแสวงหาความรู้ อาจเนื่องมาจากการเรียนการสอนบางอย่างมากเกินไปในขณะเดียวกันก็ละเลยในบางเรื่องจนเป็นการเน้นบทบาทของครู ความสมบูรณ์ของเนื้อหา แล้วละเลยบทบาทของนักเรียนและปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของนักเรียน เป็นการเรียนการสอนที่มักประกอบด้วยเนื้อหาที่เป็นผลจากการค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์ แทนที่จะเป็นเนื้อหาที่นักเรียนต้องการจะรู้ มักจะเริ่มจากการที่ครูกคิดว่า จะนำเอาเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ไปสอนอย่างไร แทนที่จะเริ่มจากคิดว่านักเรียนน่าจะเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างไร และมักจะจบลงด้วยนักเรียนได้รับความรู้ที่กำหนดไว้ในหลักสูตรมากหรือน้อย แทนที่จะจบลงที่นักเรียนได้แก้ปัญหาของตนเอง ดังนั้นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงต้องหิ้งครูและแบบเรียนมากที่สุด ครูต้องแนะให้มากที่สุด และแบบเรียนต้องมีความสมบูรณ์ที่สุด ซึ่งถ้าจะให้เป็นอย่างนั้นครูจะต้องไม่หลงประเด็นสามารถแยกแยะธรรมชาติของการสอนนอกจากการเรียนมีความรู้ความเข้าใจอย่างถูกต้อง ตระหนักถึงความสำคัญในการแสวงหาความรู้ไม่น้อยกว่าเนื้อหา (สมจิต สวชนไพบูลย์ และสมจิต สมัตถพันธ์. 2533 : 6-7) เพราะความรู้มีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ แต่กระบวนการแสวงหาความรู้สามารถนำไปใช้ในการศึกษาหาความรู้ได้ตลอดไป

เมื่อพิจารณาสภาพการเรียนการสอนในปัจจุบันนี้จะเห็นว่า สนิบสนุนคนส่วนน้อย และเพิกเฉยละเลยคนส่วนใหญ่อย่างน่าเสียดาย กล่าวคือ การจัดกระบวนการการเรียนการสอนให้แก่นักเรียนโดยมาตรฐานเดียวกัน สอนโดยวิธีสอนเดียวกัน ในเวลาเท่า ๆ กันกับเด็กนักเรียนทุก ๆ คน กระบวนการอย่างนี้ทำให้นักเรียนเพียงส่วนน้อยประมาณ 1 ใน 3 เท่านั้นที่ได้รับผลจากการเรียนการสอนค่อนข้างจะเต็มเม็ดเต็มหน่วย ในขณะที่นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถเรียนรู้ได้อย่างเต็มที่เท่าที่ควรจะเป็น (สวัสดิ ประทุมราช. 2531 : 22-27) ซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ไม่เอื้อต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล และความสนใจของนักเรียน การให้ความสนใจกับข้อมูลทางวิชาการที่ไม่มีความสัมพันธ์กับชีวิตจริงมากเกินไปคำนึงเพียงแต่ว่านักเรียนควรมีหน้าที่รับแต่เนื้อหาวิชาหรือพยายามจำข้อมูลต่าง ๆ ที่ผู้สอนถ่ายทอดให้ได้มากที่สุด การเรียนลักษณะนี้เป็นสาเหตุที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้เด็กนักเรียนสูญเสียความเป็นมนุษย์ไปทุกที นักวิทยาศาสตร์ส่วนมากในปัจจุบันได้ประกาศออกมาอย่างแข็งขันแล้วว่า คนส่วนมากได้ใช้อัจฉริยภาพที่มีอยู่ในตัวเพียง 1% เท่านั้น (เกียรติวรรณ อมาตยกุล. 2529 : 5)

การศึกษาน่าจะมีบทบาทสำคัญที่จะช่วยนำศักยภาพที่แฝงเร้นของมวลของมนุษย์ออกมาใช้ได้มากที่สุด การพัฒนาเด็กให้เป็นคนสมบูรณ์ในทุก ๆ ด้าน มิใช่เป็นเพียงการป้อนเนื้อหาวิชา และข้อมูลต่าง ๆ เท่านั้น ต้องให้ความสำคัญของกระบวนการคิดของนักเรียนอันเป็นกระบวนการทางการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นกระบวนการภายในสมองที่เกี่ยวกับการค้นหา การคัดเลือก การรับรู้ การคิด และการแก้ปัญหาโดยผ่านทางประสาทสัมผัส และแสดงออกมาในพฤติกรรม

การศึกษารูปแบบการเรียนรู้ของนักเรียน สามารถแบ่งได้ 4 แบบคือ

1. แบบผ่านประสบการณ์ตรงโดยใช้สำนึก และความรู้สึก กลุ่มนี้จะเรียนรู้ได้ดีที่สุดเมื่อมีการถกเถียง อภิปราย และมีการปะทะสังสรรค์
2. แบบผ่านความคิดพิจารณา และสร้างความคิดรวบยอดเชิงนามธรรม กลุ่มนี้จะเรียนรู้ได้ดีที่สุดจากการบรรยาย และการทดสอบข้อมูล
3. แบบผ่านกระบวนการคิดรวบยอดเชิงนามธรรม และกระบวนการทดลองด้วยการทำจริง กลุ่มนี้จะเรียนรู้ได้ดีที่สุดเมื่อมีการปฏิบัติ
4. แบบผ่านประสบการณ์จริง มีการปฏิบัติจริงจากจินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ กลุ่มนี้จะเรียนรู้ได้ดีที่สุด โดยใช้วิธีสอนแบบการค้นพบด้วยตนเอง (พรณี นุญประกอบ. 2533 : 16-17)

การเข้าใจถึงความแตกต่างของนักเรียนที่มีรูปแบบการเรียนรู้ที่แตกต่างกันเป็นเครื่องยึดถือความเชื่อในศักยภาพของมนุษย์ที่มีอยู่อย่างไม่จำกัด การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ตอบสนองรูปแบบการเรียนรู้ของนักเรียน เปิดโอกาสและท้าทายให้นักเรียนได้คิด ได้แสดงออกตามศักยภาพของนักเรียน นักเรียนทุกคนมีโอกาสนี้จะได้รับการพัฒนาเพื่อเป็นเด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์ของสังคมต่อไป

จากสภาพและแนวคิดดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้นำหลักการของรูปแบบการเรียนรู้ 4 แบบที่แตกต่างกัน มาจัดรูปแบบการสอนที่สนองต่อรูปแบบการเรียนรู้ของนักเรียนในรูปแบบของอนุสารวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยเปรียบเทียบกับการสอนตามคู่มือครู เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอนให้นักเรียนได้รับการพัฒนาตนเองในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน และพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์

ความมุ่งหมายของการค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้อุสสารวิทยาศาสตร์ประกอบการสอนกับการสอนตามคู่มือครู
2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนโดยใช้อุสสารวิทยาศาสตร์ประกอบการสอนกับการสอนตามคู่มือครู
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนสอนและหลังสอนของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้อุสสารวิทยาศาสตร์ประกอบการสอน
4. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนสอนและหลังสอนของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู
5. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนสอนและหลังสอนของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้อุสสารวิทยาศาสตร์ประกอบการสอน
6. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนสอนและหลังสอนของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. ทำให้ทราบถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้อุสสารวิทยาศาสตร์
2. เป็นแนวทางสำหรับครูด้านการเรียนการสอนดังนี้
 - 2.1 จัดทำเอกสารประกอบการสอนที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น
 - 2.2 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตอบสนองและส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนส่วนมาก
 - 2.3 พัฒนารูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์ให้ทันกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า กระทำในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2537
ใช้เวลาทดลอง 15 คาบ คาบละ 50 นาที เป็นเวลา 5 สัปดาห์
2. เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ เรื่อง "ระบบนิเวศ" ซึ่งเป็นบทเรียน
ในหนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ ว 102 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3. ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียน
โพธิ์ทอง "จินดามณี" อำเภอโพธิ์ทอง จังหวัดอ่างทอง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2537 จำนวน
315 คน
4. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียน
โพธิ์ทอง "จินดามณี" อำเภอโพธิ์ทอง จังหวัดอ่างทอง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2537 จำนวน
60 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย
5. ตัวแปรที่ศึกษา
 - 5.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ วิธีสอน แบ่งเป็น 2 แบบ คือ
 - 5.1.1 การสอนโดยใช้ออนุสารวิทยาศาสตร์ประกอบการสอน
 - 5.1.2 การสอนตามคู่มือครู
 - 5.2 ตัวแปรตาม
 - 5.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
 - 5.2.2 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
 - 5.2.2.1 ความคล่องในการคิด
 - 5.2.2.2 ความยืดหยุ่นในการคิด
 - 5.2.2.3 ความคิดริเริ่ม
 - 5.2.2.4 ความคิดสร้างสรรค์รวม

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. อนุสาร หมายถึง สิ่งพิมพ์ขนาดเล็กหรืออาจเป็นแผ่นกระดาษพับไปพับมาเพื่อให้สะดวกในการถือหรือหยิบขึ้นมาอ่านอาจเขียนเป็นเล่มบาง ๆ แต่ใช้ปกอ่อน เนื้อหากล่าวถึงเรื่องใดเรื่องหนึ่งเพียงเรื่องเดียว และจบบริบูรณ์ภายในเล่ม ความยาวไม่มากนัก เขียนอย่างง่าย และใช้ภาพประกอบชัดเจน เนื้อหาจะเป็นเรื่องที่น่าสนใจในช่วงระยะเวลาหนึ่ง โดยจะให้ข้อมูลที่ทันสมัย ไม่มีกำหนดเวลาออกที่แน่นอน บางครั้งอาจมีแบบสอบถามสั้น ๆ แนบไปด้วย เพื่อสอบถามความเห็น และมีข้อเสนอแนะให้แก่หน่วยงานที่จัดพิมพ์อนุสารนั้น

2. วิทยาศาสตร์ หมายถึง ผลผลิตที่จะเกิดขึ้นจากความรู้ที่ได้ใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ดำเนินการค้นคว้า สืบเสาะ ตรวจสอบจนเป็นที่เชื่อถือได้ กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิด การกระทำอย่างมีระบบในการค้นหาข้อเท็จจริงต่าง ๆ จากปรากฏการณ์ธรรมชาติ และจากสถานการณ์ที่อยู่รอบ ๆ ตัว

3. อนุสารวิทยาศาสตร์ หมายถึง สื่อสิ่งพิมพ์ขนาดเล็กจัดทำเป็นแผ่นพับไปพับมาที่ประกอบด้วยข้อความ และรูปภาพ เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์จำแนกเป็น 4 ส่วน คือ การฝึกให้เป็นนักสังเกต นักออกแบบ นักปฏิบัติ และนักคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

3.1 นักสังเกต เป็นส่วนแรกของอนุสารวิทยาศาสตร์ที่จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และกายสัมผัสในการสังเกต โดยใช้ภาพการ์ตูนประกอบคำบรรยายกำหนดเป็นสถานการณ์ที่เป็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนใช้ทักษะการสังเกต

3.2 นักออกแบบ เป็นส่วนที่ 2 ของอนุสารวิทยาศาสตร์ที่จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกการออกแบบสำรวจหรือออกแบบการทดลอง โดยอนุสารวิทยาศาสตร์ได้กำหนดหัวข้อที่ใช้ในการสำรวจ หรือกำหนดอุปกรณ์การทดลองที่สำคัญ ๆ ให้พร้อมด้วยตัวอย่างตารางบันทึกผล เพื่อช่วยให้นักเรียนนำไปใช้ออกแบบการสำรวจหรือการทดลองได้

3.3 นักปฏิบัติ เป็นส่วนที่ 3 ของอนุสารวิทยาศาสตร์ที่จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงในการสำรวจ วาดภาพหรือทดลองตามที่นักเรียนได้ออกแบบไว้ในส่วนที่ 2

3.4 นักคิดสร้างสรรค์ เป็นส่วนที่ 4 ของอนุสารวิทยาศาสตร์ที่จัดกิจกรรมให้นักเรียนใช้ความรู้ที่ได้จากการสำรวจหรือทดลองมาฝึกคิดคล่อง คิดยืดหยุ่น คิดริเริ่ม และคิดละเอียดละออ โดยใช้ภาพการคูณประกอบคำบรรยาย กระตุ้นให้นักเรียนทำกิจกรรม

ลักษณะรูปเล่มของอนุสารวิทยาศาสตร์เป็นแผ่นพับไปพับมา ส่วนหน้าแรกสุดจะเป็นปกมีชื่อเรื่อง จุดประสงค์ คำแนะนำในการทำกิจกรรม

① 4. การสอนโดยใช้ออนุสารวิทยาศาสตร์ หมายถึง การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้จากการปฏิบัติกิจกรรมตามอนุสารวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

4.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาจากสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดให้

สถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ข้อความทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นปัญหาเกี่ยวกับบทเรียน

4.2 ขั้นใช้ออนุสารวิทยาศาสตร์

ครูให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามที่กำหนดไว้ในอนุสารวิทยาศาสตร์

4.3 ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลจากการปฏิบัติตามกิจกรรมในอนุสารวิทยาศาสตร์เพื่อสรุปเป็นความรู้

5. การสอนตามคู่มือครู หมายถึง การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวทางในหนังสือคู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) โดยมีกิจกรรมตามขั้นตอนดังนี้

5.1 ขั้นอภิปรายก่อนทำกิจกรรม

5.1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาที่ระบุไว้ในแบบเรียนและคู่มือครู

5.1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการทดลองหรือสำรวจอุปกรณ์การบันทึกผล รวมทั้งแนะนำการทำกิจกรรมอื่น ๆ

5.2 ขั้นปฏิบัติกิจกรรม

นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมทดลองหรือทำการสำรวจหรือกิจกรรมตามวิธีการในแบบเรียน

5.3 ขั้นอภิปรายหลังทำกิจกรรม

5.3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงผลของพฤติกรรมของการทำกิจกรรมเพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่

5.3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ที่จะนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยวัดความสามารถด้านต่าง ๆ 4 ด้าน คือ

6.1 ด้านความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนมาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง คณิต หลักการ ทฤษฎี

6.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายจำแนกเขียนภาพประกอบขยายข้อความ และแปลความรู้โดยอาศัย ข้อเท็จจริง ข้อตกลง หลักการแนวคิด และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

6.3 ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างออกไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เกี่ยวกับชีวิตประจำวัน

6.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการเลือกใช่วิธีการหรือกิจกรรมต่าง ๆ อย่างคล่องแคล่ว สำหรับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยทักษะการสังเกต การจำแนกประเภท การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การตีความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุป

7. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถที่จะคิดค้นตัดสินใจ หาทางแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และการรวบรวมลักษณะต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กันเข้าเป็นสิ่งใหม่หรือรูปแบบใหม่ได้หลายคำตอบ หลายวิธีหรือหลายทางจากสิ่งเร้าหรือสถานการณ์ โดยใช้ทักษะการสังเกต การลงความคิดเห็นจากข้อมูล และการพยากรณ์ แล้วนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อตนเองและผู้อื่น ซึ่งวัดได้จากการตอบแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่มีผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยวัดจากความสามารถด้านต่าง ๆ 3 ด้าน คือ

7.1 ความคล่องในการคิด (Fluence) หมายถึง ความสามารถที่จะคิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่วรวดเร็ว และมีคำตอบในปริมาณที่มากในเวลาจำกัด

7.2 ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) หมายถึง ความสามารถที่จะคิดหาคำตอบหรือแก้ปัญหาได้หลายแนวทาง

7.3 ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความสามารถที่จะคิดสิ่งใหม่ ๆ ไม่ซ้ำกลุ่ม

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎี และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยดังต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า
 - 1.1 เอกสารเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้
 - 1.2 เอกสารเกี่ยวกับสื่อสิ่งพิมพ์
 - 1.3 เอกสารเกี่ยวกับแผ่นพับ จุลสาร และแผ่นปลิว
 - 1.4 เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
 - 1.5 เอกสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
2. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า
 - 2.1 งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 2.2 งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 2.3 งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. รูปแบบการเรียนรู้ และการทำงานของสมอง (อนุชนี ไพบูลย์. 2533 :

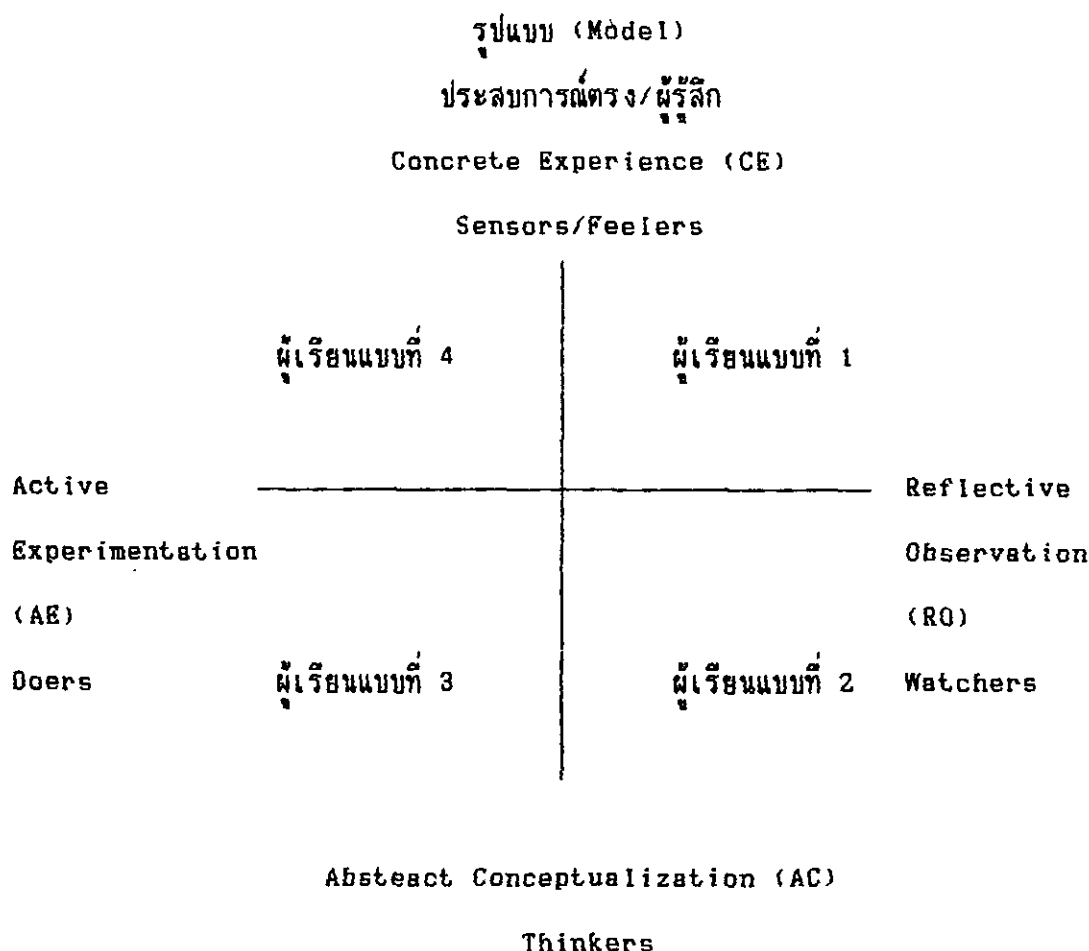
อ้างอิงมาจาก Finkelstein. n.d.)

คนโดยทั่วไปมีการเรียนรู้ได้หลายแบบ รูปแบบการสอนที่ตอบสนองการเรียนรู้ของนักเรียนได้ครบหนึ่ง คือ ระบบ 4 MAT (4 MAT System) ซึ่งค้นคว้าทดลองที่ Johnbury, Illinois โดยใช้การตอบสนองทางบวก (Positive Responses) การสอนระบบนี้ทำให้ลดช่องว่างระหว่างการปฏิบัติและภาคทฤษฎีได้

มีแนวคิดอยู่ 2 แนวที่จะอธิบายถึงการเรียนรู้ อย่างแรกคือวิธีการเรียนรู้ในสถานการณ์บางอย่างบางคนสำนึกและรู้สึกตามแบบของเขาในขณะที่คนอื่นอาจมองเห็นทะลุปรุโปร่ง เพราะคนเหล่านั้นมีความรู้สึกนึกคิดจากประสบการณ์ตรง พวกเขาสามารถเอาตัวเองเข้าไปอยู่ในความเป็นจริง

ทางรูปธรรม (Concrete Reality) ได้พบเขาเรียนรู้ผ่านสำนึก เรียกว่าเป็นพวก Intuitive พวกที่คิดผ่านจากประสบการณ์มองความจริงเป็นไปในรูปนามธรรม เป็นพวกที่ประเมิณสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เหตุผล เรียกว่าเป็นพวก "tuitiest" ทั้งสองพวกนั้นมีคุณค่าเสมอกัน

แนวที่สองคือ การเรียนเป็นกระบวนการทำงาน บางคนก็จะกระโจนเข้าไปทดลอง ทำเลข บางคนเฝ้ามองว่าอะไรจะเกิดขึ้น และค่อย ๆ ตอบสนอง วิธีการทั้งสองแบบก็มีคุณค่าเหมือนกัน มีทั้งจุดอ่อนและจุดเด่น จากผลของตัวแปรสองตัว คือ การรับรู้และกระบวนการ แสดงอยู่ในรูปแบบสี่ส่วน (A Four Quadrant model) ซึ่ง Dr. David Kolb เป็นคนคิดขึ้น จากรากฐานทฤษฎีของ John Dewey, Kurt Lewin และ Jean Piaget



จากแนวคิดได้สรุปรูปแบบของผู้เรียน 4 แบบ ตามรายละเอียด คือ

1. ผู้เรียนแบบที่ 1 เป็นผู้ที่รับรู้ผ่านประสบการณ์ตรงโดยใช้สำนึกและความรู้สึกโดยผ่านกระบวนการ Reflective Observation จากการดู จึงทำให้เด็กพวกนี้เรียนได้ดีที่สุดเมื่อมีการอภิเษงอภิปราย ฟัง และการปะทะสังสรรค์ (Discussion listening, & Interaction)

2. ผู้เรียนแบบที่ 2 ผู้ที่เรียนโดยผ่านความคิดนิจารณา และสร้างความคิดรวบยอดเชิงนามธรรม (Abstract Conceptualization) และสร้างกระบวนการผ่านการสังเกต (Reflective Observation) โดยการเฝ้าดู พวกนี้เรียนได้ดีที่สุดจากการฟัง Lecture และการทดสอบข้อมูล

3. ผู้เรียนแบบที่ 3 เป็นผู้ที่รับรู้ผ่านกระบวนการคิดรวบยอดเชิงนามธรรม โดยอาศัยความคิด และกระบวนการทดลองด้วยการทำจริง ดังนั้นผู้เรียนประเภทนี้จะเรียนได้ดีต่อเมื่อได้มีการปฏิบัติ

4. ผู้เรียนแบบที่ 4 เป็นผู้ที่รับรู้ผ่านประสบการณ์จริง โดยใช้สำนึกและความรู้สึกที่ได้รับจากการทดลองอย่างจริงจัง และจากการได้ทำมา กลุ่มนี้จะเรียนได้ดีที่สุดโดยใช้วิธีสอนแบบการค้นพบด้วยตนเอง (Self-Discovery Method)

การสอนต้องสอนโดยใช้วิธีการสอนทั้งหมดที่กล่าวมาแล้วอย่างเท่า ๆ กันเพราะทักษะทางธรรมชาติของผู้เรียนทั้งสี่อย่างเป็นสิ่งที่เราต้องการ จากการหมุนเวียนรูปแบบการสอนทั้งสี่อย่างนี้ทำให้นักเรียนมีโอกาสที่จะได้แสดงความสามารถอย่างน้อย 25% ของเวลาเรียน ส่วนเวลาที่เหลืออาจไม่เป็นที่ต้องใจเท่าไร

ลำดับขั้นของการสอนเริ่มที่ส่วนบนสุดของวงจรโดยเริ่มจากประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม (Concrete Experience) และหมุนตามเข็มนาฬิกาไปรอบ ๆ ประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมเป็นจุดเริ่มต้นเนื่องจากความสามารถทางสอนควรจะเริ่มจากประสบการณ์ของนักเรียน แล้วครูก็พัฒนาทักษะพื้นฐานของนักเรียนให้เป็นรูปแบบของการพัฒนาความคิดรวบยอดแบบนามธรรม นักเรียนจะต้องได้รับคำถามว่าอะไรที่พวกเขาต้องเรียนต้องรู้ และจัดกระบวนการที่ใหม่กว่า เข้มข้นกว่า และปฏิบัติได้อย่างจริงจังมากกว่า ทำให้นักเรียนทุกคนได้ผ่านประสบการณ์ทุกอย่างครบวงจรจึงเป็นการเรียนที่ก้าวหน้าตามธรรมชาติ นักเรียนมีสำนึกมีความรู้สึก มีประสบการณ์ และจึงเป็นการเรียน

ที่ก้าวหน้าตามธรรมชาติ มีสำนึกและความรู้สึกนักเรียนมีประสบการณ์ และนักเรียนก็ได้เฝ้ามองจึงดูกิจกรรมหรือประสบการณ์ แล้วนักเรียนก็ตอบสนองกลับ จากนั้นนักเรียนก็คิดพัฒนาทฤษฎี นำมาเป็นความคิดรวบยอด ซึ่งทดลองทฤษฎีของนักเรียน และนักเรียนก็จะได้รับประสบการณ์ท้ายสุดนำเอาสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์กับประสบการณ์ที่คล้ายคลึงกัน โดยการใช้ประสบการณ์เก่าประยุกต์เข้ากับประสบการณ์ใหม่ เกิดเป็นความรู้ใหม่ของนักเรียน

บทบาทของครูย่อมเปลี่ยนไปทุกครั้งที่เปลี่ยนวิธีการสอนตามวงจร ในส่วนแรกครูจะสร้างสรรค์ประสบการณ์ และนำไปสู่การอภิปรายปัญหาของประสบการณ์นั้น ๆ ในส่วนที่สอง ครูแสดงตัวเป็นผู้ป้อนข้อมูล ส่วนที่สามครูเปลี่ยนบทบาทเป็นผู้ชี้แนะ ช่วยเด็กฝึกฝนในส่วนที่จำเป็นต้องเรียน ในส่วนสุดท้ายครูจะเป็นผู้ประเมินผลรวมทั้งเป็นผู้ซ่อมเสริม และเป็นแหล่งข้อมูลให้เด็กได้พบตนเองและการเรียนของเขาเอง

ผู้เรียนแบบที่ 4

- ผลสมผลงานประสบการณ์และประยุกต์ใช้
- ค้นหาเงื่อนไขที่จะเป็นไปได้, ความตื่นตัว
- ต้องรู้ว่าทำอะไรแล้วจะเกิดอะไรขึ้น
- แสดงออกทางอำนาจจากสิ่งที่สามารถเห็นได้ง่าย ๆ
- ใฝ่หาอำนาจและความมั่นคงเป็นปึกแผ่น
- ไขว่คว้าหาความจริง
- รับรู้ข้อมูลอย่างเป็นรูปธรรมและดำเนินการอย่างกระตือรือร้น
- เข้าใจปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสิ่งต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับสถานการณ์
- กล้าเสี่ยง เข้ากับคนได้ตั้งแต่บางครั้งชอบเร่งเร็ว

ผู้เรียนแบบที่ 1

- ผลสมผลงานประสบการณ์กับตนเอง
- ช่วยค้นคว้าหาความหมาย, ความชัดเจน
- ความเป็นแบบแผน เป็นทางการ
- ต้องการความสัมพันธ์ส่วนตัว, และคำมั่นสัญญา
- แสดงออกทางอำนาจด้วยการเข้าร่วมกิจการและให้ความเชื่อมั่น ให้ความเชื่อถือ
- เรียนรู้จากการฟังและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น
- ให้ความสำคัญกับความคิดที่ลึกซึ้ง ทำงานเพื่อให้เกิดความสมานสามัคคี
- ดุดัน โลกทัศน์แห่งความเป็นจริง

- มักจะหาข้อสรุปที่ถูกต้องได้เสมอโดยปราศจากหลักเกณฑ์ทางตรรกวิทยา (หรือเหตุผล)
- ดำเนินงานด้วยการกระทำและทดสอบจากประสบการณ์
- จุดเด่น ลงมือกระทำและพยายามทำให้บรรลุเป้าหมาย
- จุดมุ่งหมาย ทำให้เห็นจริง นำการกระทำมาสรุปเป็นความคิดรวบยอด
- คำถามที่ชื่นชอบ คือคำถามที่ขึ้นต้นด้วยว่า ถ้า...
- อาชีพที่เหมาะสม คือนัก การตลาดพนักงานขาย กิจกรรมที่ต้องใช้การแสดง การกระทำ การศึกษา นักสังคมสงเคราะห์
- รับรู้ข้อมูลแบบรูปธรรมและตอบสนองกลับในทางเดียวกัน
- สนใจเกี่ยวกับเรื่องราวและวัฒนธรรมของคนเป็นคนที่มีความคิดหลายทิศทางเชื่อมั่นในประสบการณ์ของตนเอง มีความเป็นเลิศในการให้ความคิดความเห็นเชิงรูปธรรมอย่างมากมากมายหลายทิศทาง และวางรูปแบบในทิศทางต่าง ๆ ได้อย่างดี
- จุดเด่นคือ ริเริ่มสร้างสรรค์และมีจินตนาการ เป็นพวกนักอุดมคติ
- ทำงานโดยการยึดการผสมผสานทางสังคมและค่านิยมทางสังคม

ผู้เรียนแบบที่ 3

- ฝึกฝนปฏิบัติและนำเข้ามาปฏิบัติ
- ใฝ่หาประโยชน์ใช้สอย คุณค่า ทางแก้ไข และผลลัพธ์
- ต้องการรู้ว่าจะสิ่งต่าง ๆ ทำงานอย่างไร
- แสดงออกทางอำนาจโดยการให้การให้รางวัล การลงโทษ
- เรียนรู้โดยการทดสอบทฤษฎีในทางที่คิดว่าเป็นเหตุเป็นผลให้คุณค่ากับกลยุทธ์ทางความคิดและการฝึกฝนทักษะ
- แก้ไข
- ใฝ่หาความจริงและความต่อเนื่อง
- คิดเป็นรูปแบบความคิดรวบยอดและทฤษฎี
- ใฝ่หาความจริงและความต่อเนื่อง

ผู้เรียนแบบที่ 2

- ต่าง ๆ มาสร้างความคิดรวบยอด ต้องการ
ประสบการณ์ตรง ชอบการแก้ไข้ปัญหา ไม่ชอบ
ให้คนพามาเฉลยคำตอบ
- ยึดมั่นกับการตัดสินสิ่งต่าง ๆ ทางรูปธรรม มีความอดทนต่อความคิดสับสนวุ่นวายน้อย
 - ต้องการรู้ว่าสิ่งที่พวกเขาต้องทำมีประโยชน์อะไรกับชีวิตจริง
 - ทำงานโดยผ่านข้อวินิจฉัยทั้งหมด พวกนี้เป็นคนชอบตัดสินปัญหา
- จุดเด่น เป็นพวกประยุกต์ความคิดต่าง ๆ
เอามาใช้ในชีวิต
- จุดมุ่งหมาย นำเสนอทัศนคติ ความคิด
ปัจจุบันเพื่อให้เกิดผลในอนาคต
- คำถามที่ชื่นชอบ คือสิ่งนี้ทำงานอย่างไร
อาชีวะ วิศวกร วิทยาศาสตร์ประยุกต์
- ต้องการที่จะรู้ว่าผู้เชี่ยวชาญในสาขานั้น ๆ คิดอย่างไร
 - ใฝ่หาจุดมุ่งหมายของงานและประสิทธิภาพส่วนตัวแสดงออกทางอำนาจด้วยการใช้ศิลปะ ศิลปะการหวานล้อมจูงใจ
 - เรียนรู้ผ่านความคิดต่าง ๆ ให้ความสำคัญกับลำดับขั้นของความคิดและต้องการรายละเอียด
 - จัดโลกทัศน์แห่งความเป็นจริง
 - รับรู้ข้อมูลแบบนามธรรมและย้อนกลับแบบเดียวกัน
 - สนใจผู้คนน้อยกว่าความคิดความเห็นของคนชอบวิจารณ์ข้อมูลและสะสมข้อมูล ทำอะไรจริงจังจนตลอดรอดฝั่ง
 - ถ้าสงสัยไม่แน่ใจจะลองทำซ้ำจนกว่าจะเข้าใจ
 - สนุกสนานกับวิธีการสอนแบบเก่า
 - รูปแบบการเรียนที่มีอยู่เหมาะกับเด็กพวกนี้

คนถนัดสมองซีกซ้าย/ขวา

เป็นที่รู้กันทั่วไปแล้วว่าสมองแต่ละซีกของคนเรานั้นมีการทำงานแตกต่างกันอย่างสิ้นเชิงและทั้งสองซีกก็มีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่ากัน

อย่างไรก็ดีในระบบโรงเรียนของเรามุ่งแต่เฉพาะการพัฒนาสมองซีกซ้ายซึ่งได้แก่ภาษาวิเคราะห์วิถีทางการดำเนินชีวิตในโลกนี้ ซึ่งในระบบโรงเรียนมักจะละเลยต่อ Intuition

โลกของญาณสังหาร การหยั่งรู้ และความคิดที่อยู่นอกเหนือเหตุผล

คนที่มีความถนัดทางสมองซีกซ้ายมักจะมองอะไรเป็นระบบ มีกระบวนการแก้ปัญหาด้วยการจำแนกแยกแยะองค์ประกอบ ใช้การวิเคราะห์จัดลำดับความสำคัญ ส่วนคนที่มีความถนัดทางสมองซีกขวามองสิ่งต่าง ๆ เป็นรูปแบบ เวลาแก้ไขปัญหา มักจะมองตามภาพรวม ความคิดจะไม่มีกำหนดการแน่นอน แต่การสรุปแนวทางแก้ไขปัญหา มักจะเหมาะสม ซึ่งในส่วนนี้พวกที่มีความถนัดทางสมองซีกซ้ายมักจะขาด

เรามีความจำเป็นที่จะพัฒนาทั้งด้าน “ปัญญา” และจินตนาการ เพื่อการอธิบาย และการปะทะสังสรรค์ เพื่อสนับสนุนความรู้สึกลทางสัมผัสพิเศษเท่า ๆ กับการสังเกตสิ่งกาข้อมูล เพื่อจะเห็นทั้งป่าไม้ และการเห็นเป็นต้นไม้โคด ๆ เพื่อจะช่วยให้เด็กเรียนหาคำตอบที่จะนำไปสู่คำถามที่ดีขึ้น ต่อไปนี้คือตัวอย่าง กิจกรรมของคนถนัดสมองซีกซ้าย/ขวา

	<u>สมองซีกซ้าย</u>	<u>สมองซีกขวา</u>
ประถมต้น	เรียนเกี่ยวกับการอ่าน ถอดความหมาย แยกแยะคำเป็นส่วน ๆ	เล่าเรื่องราว ชี้แนะความหมายของคำหรือเนื้อหา รูปแบบของคำ
ประถมปลาย	บรรยายเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของแมลง	ให้ตัวตักแตนแล้วสังเกตรูปแบบของมัน ให้อวด ให้อ้างอิง
มัธยมต้น	บรรยายเกี่ยวกับค่าความเป็นไปได้ ค่าเศษส่วน	ให้เด็กทดสอบสัมผัสพิเศษของแต่ละคน โดยใช้บัตรของ Duke University
มัธยมปลาย	บรรยายและอ่านเกี่ยวกับปัญหาทางเศรษฐกิจสังคมถึงปรากฏการณ์สมัยต่าง ๆ	ให้กลุ่มนักเรียนวางแผนท่องเที่ยววันตกด้วยการขี่ม้า มีแผนที่ เสิบียง มีอุปสรรคขวากขวาม และประชุมรอบกองไฟ (โดยสมมติว่าอยู่ใน ค.ศ. 1850)

การประยุกต์เข้าสู่การเรียนรู้

ทั้งสมองซีกซ้ายและขวาทำงานในทุก ๆ ส่วนของรูปแบบ 4 แบบ ที่ได้กล่าวแล้ว อย่างไรก็ตามมีคนที่ยึดทางสมองซีกขวามากกว่าซีกซ้ายในรูปแบบที่หนึ่งและสี่ ส่วนพวกที่ยึดทางสมองซีกซ้ายจะมีอยู่มากในรูปแบบที่สองและสาม เด็กทั้งสองประเภทนี้เคล้ากันอยู่ในรูปแบบในจำนวนที่ต่าง ๆ กัน ดังนั้นการนำเอาชุดวิธีการสอนแบบ 4 MAT มาใช้ก็เหมาะสมสำหรับเด็กทั้งสองประเภท

คำถามต่อไปนี้จะยังไม่มีคำตอบตรงนี้ อะไรที่จะลงผลกระทบต่อนวัตกรรมของครูในระยะยาว ผลกระทบต่อการฝึกอบรมจะยังคงอยู่ในกระบวนการเรียนการสอนเพียงไร นอกเหนือจากรายงานของครูที่ว่าเด็กมีความสุขมากขึ้น นักเรียนประสบความสำเร็จมากขึ้น เราจะร้องขอผลกระทบจากสิ่งต่าง ๆ ว่าได้ผลดีแค่ไหนอย่างไร ในขณะนี้เรากำลังคิดค้นหาเครื่องมือที่จะช่วยให้เราได้ข้อมูลที่แจ่มชัดขึ้นแต่ก็ยังไม่มีการประสบความสำเร็จ การสอนแบบ 4 MAT เป็นแบบหนึ่งที่จะใช้ได้ในการผสมผสานตัวแปร ในการศึกษาวิจัยสำหรับชั้นเรียนที่สามารถปรับปรุงแบบการเรียนการสอนได้ ซึ่งอาจมีวิธีสอนแบบอื่นที่ทรงคุณค่าใช้ได้ในการสอนเช่นเดียวกัน

มีสิ่งต่าง ๆ อีกมากมายหลายหลากที่เรายังไม่เข้าใจ อย่างไรก็ตามก็คิดว่าครูที่มีความสามารถจะรู้ได้ว่าเด็กนักเรียนแต่ละคนมีวิธีการเรียนต่างกัน การค้นพบของงานวิจัยเกี่ยวกับกระบวนการรับรู้ของคนค่อนข้างกระจ่างทำให้เราสามารถหารูปแบบการสอนที่ดีได้ ความเข้าใจเรื่องความแตกต่างในเรื่องเอกภาพของนักเรียนแต่ละคนเป็นสิ่งท้าทายที่จะปรับหลักสูตร เพื่อให้เหมาะสมกับความต้องการของเด็กทั้งหมด ข้อข้อใจในการทำวิจัยรูปแบบการสอนแบบ 4 MAT และแบบอื่น ๆ เหมาะสมกับเอกลักษณ์ของเด็กแต่ละคน เป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องตั้งต้นค้นหาต่อไป

มิติการเรียนรู้

สุรศักดิ์ หลาบมาลา (2533 : 9-13) ได้ศึกษาวิธีการรวมวิธีสอน และวิธีเรียนต่าง ๆ แล้วเสนอเป็นหลักการเรียนรู้ และมิติการเรียนรู้ (Dimensions of Learning) ดังต่อไปนี้

หลักการเรียนรู้ การคิดของเด็กมิได้เกิดขึ้นในรูปแบบที่มองเห็นได้ชัดเจน และสามารถแยกประเภทได้โดยง่าย อย่างไรก็ตามจากผลการวิจัยหลายต่อหลายครั้งก็สามารถแยกประเภทการเรียนรู้ของมนุษย์ออกเป็นหลักการใหญ่ได้ 4 ประการ ดังนี้

1. หลักการที่ 1 ทศคติและการรับรู้ผลกระทบต่อการเรียนรู้ (Attitudes and Perceptions Affect Learning) ผลการวิจัยเมื่อไม่นานมานี้ (McCombs. 1986) ชี้ให้เห็นว่าบุคคลจะมองดูงานด้วยทศคติและการรับรู้มาก่อนแล้วซึ่งจะมีผลต่อการปฏิบัติงานเป็นอันมาก เมื่อนักเรียนอ่านหนังสือ นักเรียนก็จะอ่านพร้อมกับทศคติต่อคุณค่าของวิชา ตำรา ความรู้ และความสามารถที่จะรับบทเรียนใหม่อยู่แล้วตั้งแต่ตอนเริ่มต้น ทศคติบางอย่างก็มีประโยชน์ต่อการเรียนรู้ บางอย่างก็ไม่มีถ้าหากเด็กมองดูบทเรียนว่าประโยชน์ต่อเป้าหมายของตน เขาก็จะเรียนด้วยความเต็มใจ ถ้าหากเห็นว่าไม่มีประโยชน์ก็จะมีเรียนแบบขอไปที

2. หลักการที่ 2 การเรียนรู้ประกอบด้วยการได้มาซึ่งข้อมูล 2 ประเภท (Learning Involves two Kinds of Information) ความรู้อาจจะแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ ความรู้ที่เป็นข้อความ (Declarative Knowledge) จะเกี่ยวกับใคร อะไร ที่ไหน และเมื่อไร เช่น ใครเกี่ยวข้องกับการเจรจาสันติภาพในกัมพูชาที่ปารีส เจรจาเมื่อไร และได้ผลอย่างไร เป็นต้น ซึ่งความรู้ประเภทนี้อาจจะแบ่งย่อยออกไปเป็นข้อเท็จจริง เวลา ลำดับการณํ์ สาเหตุ ปัญหาและทางแก้ปัญหา เหตุการณ์ย่อย หลักการ แนวความคิด เป็นต้น

ความรู้กระบวนการ (Procedural Knowledge) เป็นความรู้เกี่ยวกับวิธีการ (how to) เช่น วิธีวิจัย บางครั้งก็เรียงลำดับเป็นขั้นตอนที่จะต้องทำตามลำดับ ความรู้ทุกสาขาวิชาอาจจะแบ่งได้ตามวิธีการดังกล่าวแล้ว เช่น วิชาภูมิศาสตร์อาจจะแบ่งเป็นแนวคิด และหลักการเกี่ยวกับพื้นผิวโลก เป็นความรู้ประเภทข้อความ วิธีการอ่านแผนที่ เป็นความรู้ประเภทกระบวนการ เป็นต้น

3. หลักการที่ 3 ความรู้เมื่อเรียนรู้แล้วจะมีการเปลี่ยนแปลงเสมอ (Once Acquired, Knowledge Undergoes Changes) การวิจัยไม่นานมานี้ (Anderson. 1983) ทำให้เรามองเห็นว่าการได้มาซึ่งความรู้เกิดขึ้นอย่างไร จุดสำคัญอยู่ที่การกระตุ้นความรู้เก่า (Activating Old Knowledge) แล้วใช้ให้เป็นสื่อในการทำความรู้ใหม่ให้มีความสำคัญ เช่น เมื่อลูกเสือเดินทางไกลก็ใช้ความรู้เก่าในวิชาชีววิทยาและพฤกษศาสตร์ให้เกิดประโยชน์ในการรู้จักต้นไม้ที่มีประโยชน์และมีโทษ

อีกวิธีหนึ่งคือ การจัดระบบข้อมูลใหม่ (Organizing the Information) เข้าเป็นหมวดหมู่แล้วโยงเข้ากับความรู้เก่าที่มีอยู่แล้ว เช่น ท่านไปทัศนศึกษาเมืองเก่าสุโขทัยท่านอาจจะโยงสิ่งที่ท่านได้พบเห็นกับวิชาประวัติศาสตร์สุโขทัยที่ท่านอ่านในหนังสือวิธีนี้จะช่วยให้ท่านจำความรู้ใหม่ได้นาน

แต่ความรู้ต่าง ๆ ที่ท่านจำไว้ในสมองของท่านไม่คงตัว จะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ (Rumelhart and Norman, 1981) การเปลี่ยนแปลงของความรู้มีอยู่ 3 ลักษณะคือ (1) การสะสมความรู้ (Accrtion) ซึ่งเกิดขึ้นทุกวันเวลาที่ผ่านไป (2) การปรับความคิด (Tuning) เมื่อความรู้เกิดสะสมมากเข้าถึงขั้นหนึ่งที่มีความรู้ใหม่เพิ่มมาก ท่านอาจจะปรับความคิดเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ ได้ แต่ยังคงรูปเดิมไว้บ้าง เช่น ความคิดของเราที่มีต่อใครคนหนึ่งอาจจะเปลี่ยนแปลงไปเมื่อเรารู้จักเขาดีขึ้น (3) การปรับโครงสร้างความรู้ (Restructuring) คือ การที่เราได้ความรู้ใหม่มากมายจนต้องปรับโครงสร้างความรู้เรื่องทั้งหมดหรือบางส่วนของเก่า ด้วยความรู้ใหม่ซึ่งอาจจะต้องใช้วิธีการใหม่ เช่น เมื่อเด็กเปรียบเทียบสิ่งสองสิ่งที่อยู่แล้ว เด็กอาจจะเกิดความรู้ใหม่ขึ้นมา อีกวิธีหนึ่งที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความรู้คือ การปฏิบัติ เมื่อเด็กฟังครูอธิบายการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เด็กได้ความรู้ แต่เมื่อเด็กลงมือปฏิบัติเองก็จะเกิดความรู้เพิ่มขึ้น และประการสุดท้ายก็คือ การนำความรู้ที่ได้รับแล้วมากรองอีกครั้ง ก็จะเกิดความรู้ใหม่เหมือนกัน

4. หลักการที่ 4 ผู้เรียนที่มีประสิทธิภาพมักจะสามารถในการใช้ความคิด วิเคราะห์ สร้างสรรค์ และการควบคุมความคิดของตนเอง (Effective Learners Exhibit Dispositions Associated with Critical, Creative, and Self-Regulated Thinking) ลักษณะการคิดที่ดีมี 3 ประการ (Costa, 1985) คือ (1) ผู้คิดตระหนักในการคิดของตนเองอยู่เสมอ (2) แสวงหาความถูกต้องแม่นยำในการกระทำ (3) ทำการคิดหรือกระทำในระดับความสามารถสูงสุดของตน นักคิดที่ดีจะถามตนเองเสมอว่า มองในทางอื่นบ้างหรือยัง พิจารณาความเห็นอื่น ๆ อย่างยุติธรรมหรือยัง นิสัยการคิดเช่นนี้สามารถพัฒนาให้เป็นนิสัยประจำตัวได้ ไม่ใช่สิ่งที่เป็นมาแต่กำเนิด

จากหลักการเรียนรู้ทั้ง 4 ประการดังกล่าวแล้วเราสามารถใช้ในการยกมิติ (Dimension) การเรียนรู้ของเด็กออกได้เป็น 5 มิติด้วยกันดังต่อไปนี้ (Marzano and others. 1990)

มิติที่ 1 การคิดจำเป็นต่อการพัฒนาทักษะทางบวกต่อการเรียนรู้ (Thinking Needed to Develop a Positive Attitude Toward Learning) ได้กล่าวมาแล้วว่า ผลการปฏิบัติงานของเด็กจะขึ้นอยู่กับทัศนคติ และการรับรู้ของเด็กต่องานนั้น ๆ ทัศนคติและการรับรู้ที่เกี่ยวกับการเรียนรู้แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ (1) และบรรยากาศ (2) และคนอื่น (3) และงาน

1. อัตและบรรยากาศ (Self and Climate) หมายถึง การรับรู้ของเด็กต่อความปลอดภัย ความสะดวกสบาย และความมีระเบียบวินัยในโรงเรียนและห้องเรียนนั้นคือ เด็กจะหวังว่าตนเองมีความปลอดภัย ไม่มีใครมารังแก และมีความสะดวกสบายในการกินการอยู่ การขบถาย การนั่งเรียน และอื่น ๆ มากพอกับที่ตนต้องการหรือไม่

2. อัตและคนอื่น ๆ (Self and others) เด็กจะเรียนได้ดีขึ้นถ้าเด็กมีความรู้สึกว่าคุณครูและเพื่อนยอมรับตน

3. อัตและงาน (Self and Task) เด็กต้องมีความเชื่อว่างานที่ตนทำ (เรียน) มีประโยชน์ต่อตน มีความเข้าใจดีว่าต้องทำอะไรบ้าง ทำเมื่อไร ทำกับใคร และตนมีความสามารถจะทำงานนั้นได้หรือไม่ ถ้าหากงานยากเกินไปก็รู้สึกไม่สบายใจ

มิติการเรียนรู้ที่ 1 จะไม่เกิดขึ้นเองโดยอัตโนมัติ ครูต้องเป็นผู้ทำให้เกิด และรักษาระดับไว้ให้เกิดการส่งเสริมการเรียนรู้ที่ดีต่อไป เช่น ครูอาจจะส่งเสริมอัตและบรรยากาศโดยทักทายเด็กบางครั้งบางครั้งาว จัดห้องเรียนให้น่านั่งเรียน และส่งเสริมการเรียนรู้ ครูอาจจะส่งเสริมอัตและคนอื่นโดยการให้โอกาสเด็กตอบคำถามของคุณครูเท่าเทียมกันหรือใช้วิธีเรียนแบบร่วมมือเลยก็ได้ และครูสามารถส่งเสริมอัตและงานได้โดยการท้าทายให้เด็กมีโอกาสทำได้สำเร็จมาก และให้เด็กเก่งช่วยเด็กอ่อนให้ทำงานสำเร็จ เป็นต้น

มิติที่ 2 ความคิดจำเป็นต่อการได้รับ และบูรณาการความรู้ (Thinking Need to Acquire and Integrate Knowledge) จากหลักการเรียนรู้ข้อที่ 1 กล่าวคือ ความรู้ 2 ชนิด

คือ ความรู้ที่เป็นข้อความกับความรู้ที่เป็นกระบวนการ และจากหลักการเรียนรู้ข้อที่ 2 คือความรู้เมื่อได้รับแล้วจะเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ นำหลักการทั้ง 2 ข้อมารวมกัน เราก็ได้มิติการเรียนรู้ที่ 2 คือ การได้รับและบูรณาการ ความรู้ทั้ง 2 ประการดังกล่าวแล้ว กระบวนการทางสมองในการเรียนรู้ตามมิติที่ 2 สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ (1) การสร้างความหมาย (2) การจัดระบบเนื้อหา และ (3) การเก็บหรือการนำความรู้ไปปฏิบัติ

การได้รับความรู้ที่เป็นข้อความ

(1) การสร้างความหมาย (Constructing Meaning) หมายถึง การใช้ความรู้ที่เรียนมาแล้วมาสร้างความหมายให้แก่ความรู้ที่จะเรียน วิธีการเรียนรู้เช่นนี้มีหลายวิธี เช่น K-W-L (Ogile, 1986) ผู้เรียนเริ่มต้นด้วยการคิดว่า ตนรู้อะไรเกี่ยวกับเรื่องนี้บ้างแล้ว (Know) หลังจากนั้นก็ถามตนเองว่า เราต้องการจะรู้อะไร (What) เสร็จแล้วอ่าน ฟัง หรือ สังเกตข้อมูลแล้วพิจารณาว่าตนรู้อะไรบ้างแล้ว (Learned) ผู้เรียนต้องกระทำกิจกรรมเหล่านี้ด้วยตนเอง

(2) การจัดระบบเนื้อหา (Organizing contents) คือ การจัดแยกประเภทข้อมูลต่าง ๆ ของเนื้อหานั้นออกเป็นข้อจริง ลำดับการณ เหตุผล ปัญหา และวิธีแก้ปัญหา เหตุการณ์ แนวคิด และหลักการ เป็นต้น นักเรียนควรจะสามารถในการจัดระบบเนื้อหาให้สอดคล้องกับความคิดเห็นของครู มิฉะนั้นเด็กก็จะคิดหลากหลายหาจุดจบไม่ได้

(3) การเก็บหรือการนำความรู้ไปปฏิบัติ (Storing or Practicing Information) การดำเนินการทางสมองประเภทนี้ใช้เทคนิคต่าง ๆ เช่น การซ้อมหรือท่อง (Verbal Rehearsal) การวาดมโนภาพ (Imagery) และเทคนิคนิมน์นิส (Mnemonics) (ศิลปะการใช้สูตรเพื่อช่วยความจำ)

การรับความรู้ที่เป็นกระบวนการ

การรับความรู้ที่เป็นกระบวนการ 2 ประการแรกก็คล้ายกับการรับความรู้ที่เป็นข้อความที่บรรยายไปแล้ว เช่น เด็กเรียนรู้การอ่านกราฟเส้น ก็ควรจะกระตุ้นความรู้เก่าในการอ่านกราฟแท่งหรือกราฟแบบอื่น ๆ มาแล้ว ซึ่งอาจจะแสดงเป็นแผนภูมิต่อเนื่องให้เห็นว่าเส้นจุด และตัวเลขทั้งแกนตั้งแกนนอนก่อเกิดเส้นกราฟอย่างไร

ส่วนการเก็บความรู้ประเภทกระบวนการนั้นต้องการการฝึกปฏิบัติถึงขั้นอัตโนมัติ (Automaticity) นั่นคือผู้เรียนต้องฝึกปฏิบัติวิธีการนานพอสมควรจนกระทั่งสามารถทำได้โดยไม่ยากเย็น

การคิดจำเป็นต่อการรับและบูรณาการความรู้ (มิติที่ 2) ก็คือ การคิดที่ช่วยให้ผู้เรียนบูรณาการความรู้ที่เป็นข้อความ และกระบวนการเข้าด้วยกัน นั่นคือการสร้างความหมายการจัดระบบเนื้อหา แล้วเก็บไว้ในห้วงความจำ ถ้าเป็นความรู้ประเภทข้อความ หรือปฏิบัติจนถึงขั้นอัตโนมัติ ถ้าเป็นความรู้ประเภทกระบวนการ

มิติที่ 3 ความคิดจำเป็นต่อการขยายและกรองความรู้ (Thinking Needed to Extend and Refine Knowledge) หลักการเรียนรู้ข้อที่ 3 กล่าวว่าถ้าความรู้เมื่อรู้แล้วจะมีการเปลี่ยนแปลงเสมอ ดังนั้นเราจึงได้มิติการเรียนรู้ข้อที่ 3 ว่าความรู้เมื่อรู้แล้วสามารถขยายและกลั่นกรองให้ดีกว่าเดิมได้โดยวิธีการจัดกระทำกับข้อมูลที่เรียนแล้ว โดยวิธีใหม่และต่างไปจากเดิม วิธีการจัดกระทำข้อมูลที่เรียนรู้อแล้วให้เกิดความรู้ใหม่มีอยู่ 8 วิธี คือ

(1) การเปรียบเทียบ (Comparing) คือ การหาองค์ประกอบของเรื่องที่ต้องการเปรียบเทียบ แล้วเปรียบเทียบองค์ประกอบเหล่านั้นในส่วนที่คล้ายกันและต่างกัน เช่น เปรียบเทียบระบบการปกครองแบบคอมมิวนิสต์กับประชาธิปไตย

(2) การแยกประเภท (Classifying) พิจารณาลักษณะขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง แล้วจัดประเภทตามลักษณะขององค์ประกอบของสิ่งเหล่านั้น เช่น การแยกประเภทเป็นไม้ล้มลุก ไม้ยืนต้น และไม้ดอก เป็นต้น

(3) อุปมาน (Inducing) คือ ก่อสร้างหลักการหรือสรุปความคล้ายคลึงหรือต่างกันของข้อมูลต่าง ๆ จากการสังเกตหรือวิเคราะห์

(4) อนุมาน (Deducing) คือ การประมาณการที่จะเกิดจากหลักการหรือข้อสรุปที่มีอยู่แล้ว

(5) วิเคราะห์ข้อบกพร่อง (Analysing Errors) คือ การชี้ชัดและแยกประเภทข้อบกพร่องทางความคิดหรือผลงานของตนหรือของคนอื่น

(6) การสร้างข้อสนับสนุน (Constructing Support) คือ การสร้างระบบข้อสนับสนุนหรือข้อพิสูจน์ในหลักการ ความคิดเห็น หรือข้อเสนอแนะ

(7) สรุปย่อ (Abstracting) คือ การสรุปย่อของเนื้อเรื่องหรือข้อความทั่วไปของเรื่องนั้น

(8) วิเคราะห์คุณค่า (Analysing Value) คือ การชี้ชัดและแยกค่านิยมหรือคุณประโยชน์ตามความคิดเห็นของตนเองและความคิดเห็นของคนทั่วไป

มิติที่ 4 ความคิดจำเป็นต่อการใช้ประโยชน์ของความรู้ (Thinking Needed to Make Meaningful Use of Knowledge) วัตถุประสงค์สุดท้ายของการเรียนการสอนก็คือ การเตรียมเด็กเพื่อนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ วิธีการที่เรากระทำก็คือ ให้เด็กมีโอกาสใช้ประโยชน์จากความรู้นั้น ๆ ในขณะที่เรียน การเรียนรู้จะมีความหมายก็ต่อเมื่อความรู้สอดคล้องกับเป้าหมายส่วนตัวของผู้เรียน วิธีสอนที่ดีต้องรวมเอาวิธีการที่ทำให้เด็กเห็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่เรารู้กับเป้าหมายส่วนตัวของเด็ก

วิธีการในมิติที่ 3 มักจะไม่ตรงกับเป้าหมายของเด็ก คงไม่มีใครเปรียบเทียบประเทศไทยกับประเทศมา เพราะอยากเปรียบเทียบ ดังนั้นในมิติที่ 4 จึงได้เสนอวิธีการ 5 วิธี ที่ครูสามารถนำไปใช้เพื่อช่วยให้เด็กเห็นความหมาย และการใช้ประโยชน์ของความรู้คือ

(1) การอภิปรายกลุ่ม (Oral discussion) คือ การนำหัวข้อใดหัวข้อหนึ่งมาอภิปรายทั้งชั้นเพื่อหาความกระจ่าง หาข้อมูลเพิ่มเติม และความคิดใหม่ในเหตุการณ์นั้น ๆ

(2) การเรียบเรียง (Composing) คือ การสร้างสิ่งใหม่ขึ้นมาจากข้อมูลเดิมที่มีอยู่แล้ว เช่น การเรียบเรียงเรื่องความเรียงความขัดแย้งของเขมร เป็นต้น

(3) การแก้ปัญหา (Problem Solving) คือ การหาทางแก้สถานการณ์ที่ไม่พึงปรารถนาไปสู่สถานการณ์ที่พึงปรารถนา เช่น ให้เด็กช่วยกันเสนอวิธีแก้ปัญหาคว้นพิษในกรุงเทพมหานคร

(4) การตัดสินใจ (Decision Making) คือ การวิเคราะห์ทางเลือกต่าง ๆ แล้วตัดสินใจทางเลือกที่ดีที่สุด เช่น การแก้ปัญหการจราจรในกรุงเทพฯ อาจจะมีหลายวิธีให้เด็กพิจารณา และตัดสินใจทางหนึ่ง พร้อมกับเหตุผลในการเลือกทางนั้น

(5) วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) คือ การค้นหาสาเหตุและหลักการที่อยู่เบื้องหลังเหตุการณ์ แล้วคาดการณ์ล่วงหน้าว่าจะเกิดอะไรขึ้น เสร็จแล้วทดสอบความแม่นยำของการทำนายนั้น เช่น ให้เด็กศึกษาสาเหตุของสิ่งแวดล้อมเป็นพิษหรือการตัดไม้ทำลายป่า

แล้วคาดการณ์ว่าอนาคตจะเป็นอย่างไร แล้วทดสอบการคาดการณ์โดยการไต่ถามผู้เชี่ยวชาญในด้านนั้น ๆ โดยเฉพาะ

มิติที่ 5 ความคิดจำเป็นต่อการพัฒนานิสัยที่ดีของจิต (Thinking Needed to Develop Desirable Habits of Mind) แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

(1) ความคิดวิเคราะห์ (Critical Thinking) มีลักษณะดังต่อไปนี้ (Ennis. 1985) มีความชัดเจน และเสาะหาความกระจ่างแจ้ง ความแม่นยำ ความมีใจกว้าง การมีฐานความคิด และป้องกันความคิดของตน และมีความไวต่อระดับความรู้และความรู้สึกของคนอื่น ลักษณะนี้เห็นได้ชัดก็คือ เด็กกล้านุด และคิดก่อนพูด

(2) ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) มีลักษณะดังต่อไปนี้ (Perkin. 1984) ทำงานอย่างจริงจัง ทำงานจนสุดความสามารถ มีเกณฑ์มาตรฐานในการทำงานของตนเอง สามารถมองสิ่งเก่าในทัศนะหรือวิธีใหม่แตกต่างไปจากเดิมได้ ลักษณะที่เห็นได้ในตัวเด็กก็คือ คนที่พยายามทำอะไรให้ได้ดีที่สุด

(3) การควบคุมพฤติกรรมของตน (Self Regulated Behavior) มีลักษณะดังต่อไปนี้ (Brown. 1978) มีการวางแผน รับรู้ข้อมูลป้อนกลับ ใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เป็นประโยชน์ ตระหนักในความคิดของตนเอง และประเมินผลประสิทธิภาพการคิดของตน ลักษณะที่เห็นได้ในตัวเด็ก เช่น เด็กวางแผนการทำงานของตน ขณะที่ทำการประเมินผลการกระทำของตนเองว่าใกล้เคียงหรือห่างเป้าหมาย แล้วทำการปรับแผนการปฏิบัติงานของตน

ปัญหาหนักที่ครูต้องเผชิญก็คือ การช่วยเด็กพัฒนาจิตของตนเองให้มีลักษณะ 3 ประการดังกล่าวแล้ว การเรียนรู้นิสัยของจิต เช่นนี้มักจะเกิดจากการที่เด็กเรียนรู้จากผู้ใหญ่แล้วปฏิบัติตามอย่างเจตนา

เราได้ทราบมิติการเรียนรู้ทั้ง 5 ประการมาแล้ว ครุส่วนมากมักจะใช้มิติที่ 1 และ 2 บ่อย ๆ แต่มิติที่ 3-5 ใช้น้อยมาก มิติทั้ง 5 ประการนี้มีความเกี่ยวพันกับหลักการเรียนรู้ 4 ประการ ดังกล่าวมาแล้ว ดังนั้นการที่ครูจะนำวิธีการสอนใดมาใช้หรือใช้วิธีสอนตั้งแต่สองวิธีขึ้นไปผสมกันหรือจะคิดวิธีสอนขึ้นมาใหม่ก็ตามก็ควรจะต้องแน่ใจว่าวิธีสอนเหล่านั้นมีมิติการเรียนรู้ด้วยทั้ง 5 ประการ

นอกจากนี้แล้วมิตการเรียนรู้ทั้ง 5 ประการ ควรจะนำเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรการฝึกอบรมครู และการฝึกหัดครุด้วย กรอบของมิตการเรียนรู้ทั้ง 5 ประการได้รับการทดสอบในระดับประถมศึกษาโดย Pickering and Davis เมื่อ ค.ศ. 1988 มาแล้วเป็นเวลา 1 ปี และพบว่าความรู้ด้านเนื้อหาของเด็กเพิ่มขึ้น และความสามารถในการเรียนรู้ก็เพิ่มขึ้นด้วย เราจึงน่าจะนำกรอบการเรียนรู้ดังกล่าวแล้วมาทดลองสอนเป็นโครงการนำร่องในโรงเรียนของเราดูบ้าง

จากการศึกษารูปแบบการเรียนรู้พบว่า ในการเรียนรู้ และในกลุ่มนักเรียนโดยปกติจะมีการเรียนรู้อยู่ 4 ลักษณะ คือ กลุ่มแรกจะเรียนรู้จากการสังเกต อากักรู้ยากเห็น กลุ่ม 2 จะเรียนรู้จากความคิดหรือจากนามธรรมไปสู่รูปธรรมกลุ่ม 3 จะเรียนรู้ได้จากการปฏิบัติ และกลุ่มสุดท้ายของการแก้ปัญหา เมื่อสภาพห้องเรียนมีนักเรียนลักษณะนี้คละกันอยู่ การจัดการเรียนโดยทั่วไปจะตอบสนองเฉพาะบางกลุ่มเท่านั้น กลุ่มอื่นอาจไม่สนใจเรียน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำเอารูปแบบการเรียนรู้มาจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ตอบสนองนักเรียนทั้ง 4 แบบ ซึ่งจะเป็นการจัดการเรียนการสอนที่ตอบสนองนักเรียนส่วนมาก และตามศักยภาพของนักเรียน

สิ่งพิมพ์ ตามความหมายสามัญเข้าใจกันทั่วไป ได้แก่ สื่อที่ใช้ติดต่อสื่อสารทำความเข้าใจกันด้วยภาษาเขียน โดยใช้วัสดุกระดาษพิมพ์ออกมาพร้อมกันเพื่อแจกจ่ายให้แก่ผู้อ่านได้คราวละมาก ๆ สื่อสิ่งพิมพ์นั้นอาจออกมาในรูปต่าง ๆ กัน ไม่ว่าจะเป็นหนังสือ นิตยสาร วารสาร หนังสือพิมพ์ ใบปลิว แผ่นพับ หนังสือคู่มือ และโปสเตอร์ เป็นต้น แต่ในความเข้าใจของนักศึกษามหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราชอาจเข้าใจเพียงว่าสื่อสิ่งพิมพ์เป็นเพียงสื่อการสอนแบบหนึ่ง นอกเหนือจากสื่อวิทยุกระจายเสียง สื่อวิทยุโทรทัศน์ สื่อโสตทัศน และการสอนเสริมโดยกำหนดว่าสื่อสิ่งพิมพ์เป็นสื่อแกนกลาง ได้แก่ เอกสารการสอน แบบฝึกปฏิบัติ หนังสือชุดและเอกสารประกอบการศึกษาค้นคว้าตามที่มหาวิทยาลัยกำหนด

ความเข้าใจความหมายของสื่อสิ่งพิมพ์โดยทั่วไปอีกอย่างหนึ่ง เข้าใจเพียงว่าหนังสือพิมพ์และนิตยสารเป็นสื่อสิ่งพิมพ์ในด้านการติดต่อสื่อสารกันระหว่างมนุษย์ เพราะเป็นสิ่งพิมพ์ที่มีความสำคัญและมีอิทธิพลต่อชีวิตความเป็นมนุษย์ ทำให้ทราบข่าวสารความเป็นไปของบ้านเมืองและเรื่องราวของโลก ช่วยให้มีมนุษย์รู้จักตัดสินใจในการดำเนินชีวิตจากความรอบรู้ที่ได้มาจากหนังสือพิมพ์และนิตยสารที่อ่าน แต่ตามความเป็นจริงสื่อสิ่งพิมพ์คือ สื่อที่ใช้การพิมพ์เป็นหลัก จึงไม่ได้หมายความว่าเฉพาะแต่หนังสือพิมพ์และนิตยสารเท่านั้น มีความหมายไปถึงสื่อสิ่งพิมพ์ทุกประเภท

การพิจารณาความหมายของสื่อสิ่งพิมพ์ จะต้องพิจารณาความหมายของคำว่า "พิมพ์" ซึ่งคำนี้ได้มีการบัญญัติไว้ทั้งทางพจนานุกรม และทางกฎหมาย คือ

1. ตามพจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525 ให้ความหมายของคำว่า "พิมพ์" ไว้ดังนี้ หมายถึง การใช้เครื่องจักรกลตัวหนังสือภาพ เป็นต้น ให้ติดบนวัตถุ เช่น แผ่นกระดาษ ผ้า
2. ตามกฎหมาย พระราชบัญญัติการพิมพ์ พ.ศ. 2484 ให้ความหมายของคำว่า "พิมพ์" ไว้ดังนี้ หมายถึง การทำให้ตัวหนังสือหรือรูปอย่างใด ๆ โดยการกด หรือการใช้พิมพ์หิน เครื่องกล วิธีเคมี หรือวิธีอื่นใดอันอาจให้เกิดเป็นสิ่งพิมพ์ขึ้นหลายสำเนา

ในความหมายทางพจนานุกรมก็ตีหรือทางกฎหมายก็ตีจะเห็นได้ว่า คำว่า "พิมพ์" นั้น ไม่ได้เฉพาะเจาะจงว่าต้องพิมพ์ด้วยกระดาษ อาจใช้วัสดุอื่นพิมพ์ ไม่ว่าจะเป็นผ้า หิน หรือวัสดุอื่นใดที่อาจก่อให้เกิดสิ่งพิมพ์หลายสำเนา และหากจะนับเนื่องมาถึงปัจจุบันที่มีวิวัฒนาการในหลายประเทศ การเกิดสิ่งพิมพ์สามารถทำให้เกิดข้อความเนื้อหาได้ทางจอโทรทัศน์ที่เรียกว่า เนื้อหาภาพ (Videotext) ซึ่งมีการใช้กันอย่างแพร่หลายในยุโรป อาทิประเทศอังกฤษ เป็นการให้บริการข่าวสาร และเรื่องราวทางโทรทัศน์ เมื่อบุคคลใดต้องการทราบข่าวสารเรื่องใดก็ติดต่อรับข่าวสารตามระบบที่เรียกว่า ระบบเพรสเทล (Prestel) การนับเนื่องในระดับดังกล่าวออกจะก้าวไกลเกินไป การตีความหมายของคำว่า "การพิมพ์" เพื่อใช้กับสื่อสิ่งพิมพ์ในที่นี้จึงหมายถึงเพียงการใช้ "กระดาษ" เป็นวัสดุในการพิมพ์เท่านั้น

ส่วนคำว่า "สิ่งพิมพ์" นั้น พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถานไม่ได้ให้ความหมายไว้แต่พระราชบัญญัติการพิมพ์ พ.ศ. 2484 บัญญัติว่า "สิ่งพิมพ์" หมายความว่า สมุด แผ่นกระดาษหรือวัตถุใด ๆ ที่พิมพ์ขึ้น รวมตลอดทั้งบทเพลง แผนที่ แผ่นผัง แผนภาพ ภาพวาด ภาพระบายสี ใบประกาศ แผ่นเสียง หรือสิ่งอื่นใดอันมีลักษณะเช่นเดียวกัน

เจตนารมณ์ของกฎหมายการพิมพ์นั้น ต้องการควบคุมการพิมพ์ที่ก่อให้เกิดหลายสำเนา ไม่จำกัดว่าจะต้องเป็นวัสดุที่ใช้กระดาษเพื่อการพิมพ์และใช้เพื่อการอ่านเท่านั้น แผ่นเสียงที่ใช้ฟังยังจัดเข้าอยู่ในข่ายของสื่อสิ่งพิมพ์ด้วย ถ้าจะขยายความถึงความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีมาจนถึงปัจจุบัน ขอบเขตของกฎหมายการพิมพ์คงจะรวมแถบบันทึกเสียง และแถบบันทึกภาพรวมเข้าไว้ในความหมายของสื่อสิ่งพิมพ์ด้วย

ในทางบรรณารักษศาสตร์ คำว่า “สิ่งพิมพ์” หมายถึง วัสดุตีพิมพ์ (Printed Materials) ได้แก่ สิ่งพิมพ์ที่รวบรวมเป็นเล่มจากการตีพิมพ์จากเครื่องพิมพ์ เป็นวัสดุเพื่อการอ่านและการศึกษาค้นคว้าต่าง ๆ ที่ห้องสมุดได้รวบรวม จัดหา จัดเก็บ เพื่อให้บริการในห้องสมุด เป็นวัสดุที่พิมพ์ด้วยกระดาษ มีรูปลักษณะต่าง ๆ กัน ได้แก่ หนังสือ (Books) วารสาร (Journals หรือ Periodicals) หรือนิตยสาร (Magazines) หนังสือพิมพ์ (Newspapers) จุลสาร (Pamphlets) และกฤตภาค (Clippings)

ความหมายของสื่อสิ่งพิมพ์ในทางด้านนักวิชาการ นิยามว่าสื่อสิ่งพิมพ์ประกอบด้วยอะไรบ้าง โดยหลักใหญ่แล้วเหมือนกัน นอกจากการแบ่งแยกประเด็นปลีกย่อยอาจมีความแตกต่างกันบ้าง แบบหนึ่งนิยามว่าสื่อสิ่งพิมพ์ประกอบด้วย หนังสือพิมพ์ นิตยสาร วารสาร หนังสือ แผ่นพับ โปสเตอร์โฆษณา ส่วนอีกแบบหนึ่งอาจนิยามว่าสื่อสิ่งพิมพ์ประกอบด้วยหนังสือพิมพ์ นิตยสาร หนังสือ สิ่งพิมพ์เฉพาะกิจอื่น ประกอบด้วยโปสเตอร์ แผ่นพับ ใบปลิว จดหมายข่าว หนังสือเล่มเล็ก คู่มือ แต่ในที่นี้จะนิยามความหมายของสื่อสิ่งพิมพ์เท่าที่สำคัญประกอบด้วยสื่อสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ ดังนี้คือ

1. หนังสือ

หนังสือ หมายถึง สิ่งตีพิมพ์เป็นเล่มด้วยตัวอักษร บันทึกความรู้ ความคิด ความเชื่อถือ ประสบการณ์ และการกระทำของมนุษย์ บรรยายเรื่องราวเป็นสารคดี นวนิยาย แบบเรียน และอื่น ๆ รวบรวมเย็บติดเป็นเล่มที่ถาวร หนังสือทุกเล่มมีสองส่วนใหญ่ ๆ คือ

1.1 เนื้อหา ได้แก่ ความคิด ประสบการณ์ ความรู้ ฯลฯ ที่บรรจุอยู่ในหนังสือ

1.2 รูปร่างภายนอก ได้แก่ กระดาษพิมพ์ การเข้าเล่ม ตัวพิมพ์ และส่วนประกอบอื่น ๆ เช่น ภาพประกอบ หน้าชื่อเรื่อง คำนำ สารบัญ เนื้อเรื่อง บรรณานุกรม ภาคผนวก อภิธานศัพท์ และบรรณานุกรมสำหรับค้นเรื่อง เป็นต้น

หนังสือมีปกหุ้ม และเนื้อในที่เป็นตัวหนังสือ ใบหุ้มปกอาจเป็นปกแข็งหรือปกอ่อน วัสดุหุ้มปกมีหลายอย่าง เช่น กระดาษ ผ้า หิน เป็นต้น

นอกจากหนังสือที่ใช้ตัวพิมพ์และเครื่องพิมพ์แล้ว ยังมีหนังสืออีกประเภทหนึ่งเขียนด้วยมือ เช่น สมุดข่อย ในลาน หนังสือเช่นนี้มีคำอังกฤษเรียกว่า “Manuscript” แปลว่าสิ่งที่เขียนด้วยมือ ฉะนั้นหนังสือจึงมีหนังสือฉบับเขียนและหนังสือฉบับพิมพ์

2. นิตยสารหรือวารสาร

นิตยสารหรือวารสาร ในความหมายรวมหมายถึงสิ่งพิมพ์ที่มีกำหนดระยะเวลาออกแน่นอน เช่น รายสัปดาห์ รายปักษ์ รายเดือน ราย 2 เดือน ราย 3 เดือน ราย 6 เดือน และรายปี เป็นต้น การออกเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ มีชื่อของสิ่งพิมพ์ที่เรียกชื่อนั่นเอง เช่น วารสารฟ้าเมืองไทย นิตยสารสกุลไทย เป็นต้น โดยจะตีพิมพ์บทความ และเรื่องราวต่าง ๆ ที่ทันสมัยไว้อย่างสม่ำเสมอ เขียนโดยผู้เขียนหลายคน เนื้อหาสาระภายในเป็นเรื่องหลายเรื่องหลายแบบรวม ๆ กัน จัดเป็นคอลัมน์หรือส่วนแบ่งเฉพาะ เป็นเรื่องเกี่ยวกับข่าวประเภทสรุปหรือวิเคราะห์วิจารณ์ในรอบเวลาหนึ่ง เช่น นิตยสารหลักไท นิตยสารมหาสารกฐ์ เป็นต้น นิตยสารหรือวารสารอาจมีบทความที่ให้ความรู้หรือแสดงความคิดเห็นเขียนเป็นเรื่องสั้นหรือนิยายเป็นตอน ๆ เขียนเป็นสารคดีทั่วไป แฟชั่นต่าง ๆ ประกาศโฆษณาสินค้า และบริการต่าง ๆ การจัดทำนิตยสารหรือวารสารจะมีคณะผู้จัดทำหลายคนร่วมกันทำ แต่ละคนรับผิดชอบหน้าที่ไปคนละอย่างเช่น ผู้อำนวยการบรรณาธิการและฝ่ายศิลป์ เป็นต้น

นอกจากความหมายทั่วไปแล้ว คำว่า "นิตยสาร" และ "วารสาร" ยังมีความหมายเฉพาะเจาะจงต่างกันดังนี้

2.1 นิตยสาร มีความหมายเดิมจากคำอังกฤษว่าแม็กกาซีน (Magazine) มาจากภาษาอาหรับว่า มากลาซีน (Maklazin) แล้วกลายมาเป็นภาษาฝรั่งเศสว่า มากาแซ็ง (Magasin) หมายถึง คลังสินค้าที่รวบรวมเก็บสินค้าประเภทต่าง ๆ ซึ่งในลักษณะความหมายของนิตยสารก็หมายถึง การรวบรวมเนื้อหาต่างประเภทเข้าไว้ด้วยกัน

ความหมายของคำว่า "นิตยสาร" ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525 หมายถึง หนังสือพิมพ์ที่ออกเป็นรายคาบ เช่น นิตยสารรายสัปดาห์ นิตยสารรายเดือน ปกติแล้วเข้าใจกันว่านิตยสารนั้นทำเพื่อการค้า มีการส่งให้แก่สมาชิกที่บอกรับและเสียเงินหรือจัดวางขายตามร้านขายหนังสือ เป็นสิ่งพิมพ์ที่ปกติมีปกอ่อน มีภาพและเนื้อหาต่างประเภท โดยผู้เขียนหลายคน และมักมีโฆษณาสินค้าและบริการเป็นส่วนหนึ่งของรายได้จากการจัดทำนอกเหนือจากการขายให้แก่ผู้อ่าน

2.2 วารสาร มีรูปแบบลักษณะเดียวกับนิตยสาร และมีกำหนดระยะเวลาออกเช่นกัน มีเรื่องต่าง ๆ รวมอยู่ในเล่มเดียวกันโดยผู้แต่งหลายคน อาจเป็นเรื่องในแนวเดียวกันหรือไม่ก็ได้ เรื่องจะจบในฉบับหรือหลายฉบับจบก็ได้ โดยความหมายแล้วไม่แตกต่างไปจากนิตยสารเลย แต่เท่าที่ปรากฏสื่อสิ่งพิมพ์ประเภทที่ใช้ชื่อวารสารนั้นมักจะเป็นสิ่งพิมพ์ในทางวิชาการที่จัดพิมพ์โดยสถาบัน สมาคม หน่วยงานรัฐและเอกชน เป็นเรื่องข่าวสารและวิชาการของหน่วยงานนั้นมากกว่าเรื่องทางบันเทิง ได้แก่ วารสารคณิตศาสตร์ ของสมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทย วารสารก้านผู้ใหญ่วัย ของกรมการปกครอง เป็นต้น การจัดทำวารสารต่าง ๆ เหล่านี้หน่วยงานที่จัดทำไม่หวังผลกำไร อาจมีการขายหรือแจก ระบบการพิมพ์ทั้งแบบอัดสำเนาและการพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ รายได้อาจมาจากการอุดหนุนของหน่วยงานนั้น และมีโฆษณาสินค้าอยู่บ้างเป็นส่วนประกอบหรืออาจจะไม่มี การจัดทำไม่ได้มุ่งหวังกำไรเพียงแต่เพื่อเผยแพร่ข่าวสาร และความรู้ต่าง ๆ ลักษณะชื่อโดยทั่วไปสำหรับวารสารในคำอังกฤษใช้คำว่า เจอรัล (Journal) มีศัพท์ เดิมมาจากคำว่า ไดอารี่ (Diary) หรือจากคำละตินว่าไดเออร์นาลิส (Diurnalis) ซึ่งความหมายที่แท้จริงหมายถึงประจำวัน แต่ต่อมากลับกลายมาเป็นความหมายว่าวารสาร คือ สิ่งพิมพ์ที่ออกตามวาระ และเป็นความหมายของหนังสือพิมพ์รายวันต่อมา

ความหมายของนิตยสารและวารสารนั้นค่อนข้างไม่แน่นอน ถึงจะมีขอบเขตเข้าใจว่านิตยสารเป็นการจัดทำสิ่งพิมพ์เพื่อการค้า หวังผลกำไรในการจัดทำ แต่ก็มีมีการเรียกชื่อนิตยสารว่าเป็นวารสาร เช่น วารสารการเงินธนาคาร ซึ่งเป็นนิตยสารเพื่อการค้า ในขณะที่เดียวกันคำว่าวารสารนั้นเป็นการจัดทำของหน่วยงาน ไม่มุ่งหวังกำไร แต่ก็ปรากฏหน่วยงานต่าง ๆ ตั้งชื่อวารสารว่านิตยสารและยังมีชื่อเรียกอื่น ๆ อีก เช่น จุลสาร ได้แก่ จุลสารดาวเทียมของกองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ และจุลสารการท่องเที่ยว ของการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย เป็นต้น การใช้ชื่อจุลสารนั้นมักจะเป็นสิ่งพิมพ์ของหน่วยงานย่อย รองลงมาจากหน่วยงานใหญ่ เช่น ระดับกองของกรม หรือเป็นสิ่งพิมพ์ฉบับย่อยรองมาจากวารสารของหน่วยงานที่มีอยู่แล้ว การพิมพ์มีทั้งระบบอัดสำเนา และการพิมพ์เครื่อง ในส่วนที่ใช้ชื่อวารสารก็มี คุณภาพ นิตยสารของกระทรวงยุติธรรม แพทยสภา นิตยสารของแพทยสภาแห่งประเทศไทย เป็นต้น

สิ่งพิมพ์ที่ออกตามระยะเวลาในลักษณะนิตยสารและวารสารนอกจากการเรียกชื่อเป็น
 อย่างอื่นแล้ว ก็มีการใช้คำอื่นอีกเช่นคำว่ารีวิว (Review) มีความหมายว่า ปรัชศน์ เช่น คุรุปรัชศน์
 ปกติแล้วปรัชศน์มักใช้เป็นชื่อสำหรับสิ่งพิมพ์อีกประเภทหนึ่ง มีลักษณะเช่นเดียวกับนิตยสารหรือวารสาร
 แต่เนื้อเรื่องในเล่มจะเป็นไปในทางด้านการวิพากษ์วิจารณ์ อาจเป็นไปในทางใดทางหนึ่ง จัดทำโดย
 สมาคมทางการศึกษา และสถาบันการศึกษา หรือแม้แต่จัดทำในเชิงการค้า แต่การใช้ชื่อปรัชศน์หรือ
 รีวิวนั้นไม่ค่อยปรากฏในสื่อสิ่งพิมพ์ของไทย แต่การจะใช้ชื่อใดในการเรียกไม่ว่าจะเป็นนิตยสาร
 วารสาร จุลสาร หรือปรัชศน์ ไม่มีกฎตายตัวในการเรียกแต่โดยวัตถุประสงค์แล้วเป็นสิ่งพิมพ์ที่มี
 กำหนดระยะเวลาออกเช่นเดียวกันตรงกับ ความหมายของภาษาอังกฤษว่า Periodical นั้นเอง

3. หนังสือพิมพ์

หนังสือพิมพ์ หมายถึง สิ่งตีพิมพ์ด้วยอักษร ออกตามระยะเวลาที่กำหนดโดยสม่ำเสมอ และติดต่อกันไปตามลำดับ พิมพ์ออกจำหน่ายเป็นรายวัน เช่น หนังสือพิมพ์เดลินิวส์ ไทยรัฐ มติชน ที่ออกในกรุงเทพมหานคร และส่งขายทั่วประเทศ หนังสือพิมพ์ไทยนิวส์ หนังสือพิมพ์ระมิงค์ ที่ออกในจังหวัดเชียงใหม่ และวางขายในบางจังหวัดทางภาคเหนือของประเทศหรืออาจจะออกสัปดาห์ละ 2 ครั้ง เช่น หนังสือพิมพ์ประชาชาติธุรกิจ หรืออาจจะออกมาเป็นรายสัปดาห์ เช่น วิทยุศุโขทัย หรืออาจจะออกเป็นรายักษ์ ซึ่งได้แก่ หนังสือพิมพ์ที่ออกในต่างจังหวัด เช่น หนังสือพิมพ์นันทธรรม ออกในจังหวัดนครปฐม และหนังสือพิมพ์พลัง ออกในจังหวัดฉะเชิงเทรา เป็นต้น แต่ส่วนใหญ่แล้ว จะพิจารณากันว่าหนังสือพิมพ์นั้น หมายถึง หนังสือพิมพ์รายวันมากกว่าจะพิจารณาถึงหนังสือพิมพ์ที่ ออกตามระยะเวลาอื่น แต่สิ่งพิมพ์ประเภทหนังสือพิมพ์นั้นจะต้องมีลักษณะรูปเล่มเป็นกระดาษขนาด ใหญ่ จำนวนหลายแผ่นพับได้ ไม่เย็บเป็นเล่ม

หนังสือพิมพ์เป็นสิ่งพิมพ์ที่พิมพ์ขึ้นเพื่อคนทุกระดับความรู้ ไม่จำกัดผู้อ่าน สามารถอ่านจบได้ในเวลาอันสั้น และอ่านได้ทุกเวลา และทุกสถานที่ มีจุดมุ่งหมายเพื่อเสนอเรื่องราวที่น่าสนใจทั่วไปอย่างกว้างขวาง หนังสือพิมพ์รายวันมักมีรายงานข่าวต่าง ๆ มีข่าวในประเทศ ข่าวต่างประเทศ ประกอบไปด้วยข่าวการเมือง ข่าวเศรษฐกิจ ข่าวกีฬา ข่าวบันเทิง ข่าววิทยาศาสตร์ ข่าวเหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน เช่น การทะเลาะวิวาท และข่าวอาชญากรรม นอกจากเสนอข่าวแล้ว หนังสือพิมพ์อาจมีเรื่องสารคดี นวนิยาย บทความแสดงความคิดเห็น ภาพประกอบข่าว

ภาพประกอบเรื่องต่าง ๆ และภาพการ์ตูน หนังสือพิมพ์จัดเป็นสิ่งพิมพ์ที่ได้รับความนิยมแพร่หลายจากผู้อ่านมากกว่าสิ่งพิมพ์ประเภทอื่น ๆ

4. จุลสารและอนุสาร

จุลสารและอนุสาร แปลจากคำอังกฤษว่า Pamphlet คือ สิ่งพิมพ์ขนาดเล็ก มีความหนาอย่างน้อย 5 หน้า แต่ไม่เกิน 48 หน้า รูปเล่มไม่แข็งแรง อาจเป็นแผ่นกระดาษพับไปพับมา เพื่อให้สะดวกในการถือ หรืออาจเป็นสิ่งพิมพ์เย็บเล่มแต่ใช้ปกอ่อนเป็นเล่มบาง ๆ เนื้อหากล่าวถึงเรื่องใดเรื่องหนึ่งเพียงเรื่องเดียว และจบบริบูรณ์ภายในเล่ม ความยาวไม่มากนัก เขียนอย่างง่าย ๆ ส่วนมากแล้วเนื้อหาจะเป็นเรื่องที่น่าสนใจในช่วงระยะเวลาหนึ่ง โดยจะให้ข้อมูลที่ทันสมัย เช่น เรื่องการเกิดโรคระบาดปลา ของกรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หรือเรื่องโภชนาการ ของกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข สิ่งพิมพ์เหล่านี้จะเป็นเรื่องการให้ความรู้หรือข่าวสารใด ๆ ออกมาเป็นคราว ๆ ไม่มีกำหนดเวลานแน่นอน

จุลสารและอนุสารมักจัดทำโดยหน่วยงานราชการ องค์กร สถาบันต่าง ๆ เพื่อเผยแพร่เรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานของหน่วยงานนั้น ๆ พิมพ์แจกแก่บุคคลที่สนใจ แต่มีข้อน่าสังเกตว่ามีการนำคำว่าจุลสารและอนุสารไปตั้งชื่อวารสารของหน่วยงานหลายแห่ง ซึ่งจุลสารดังกล่าวไม่ตรงกับความหมายอันแท้จริง แต่จุลสารในหน่วยงานบางแห่งก็ตรงกับความหมายอันแท้จริง ชื่อของจุลสารที่ปรากฏก็มีเช่น จุลสารโคกระบือ ของศูนย์วิจัยและพัฒนากระบือแห่งชาติ จุลสารพันธุศาสตร์ ของชมรมพันธุศาสตร์แห่งประเทศไทย จุลสารไทยคดีศึกษาของสถาบันไทยคดีศึกษา มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เป็นต้น หรือคำว่าอนุสารก็มีการนำไปตั้งชื่อของวารสารเช่นกัน ได้แก่ อนุสาร อ.ส.ท. ของการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย จุลสารและอนุสารเหล่านี้กลับมีกำหนดเวลาที่แน่นอน

5. โปสเตอร์

โปสเตอร์เป็นคำที่ทับศัพท์มาจากภาษาอังกฤษว่า Poster โปสเตอร์เป็นประกาศโฆษณาติดตั้งตามที่สาธารณะ เพื่อมองปราดเดียวสามารถเข้าใจเรื่องราวและความหมายได้ทันที ประกาศโฆษณาดังกล่าวอาจจะเป็นประกาศชักชวนให้ไปชมงานแสดงอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น การ

ชักชวนให้เที่ยวงานแสดงการคล้องช้าง จังหวัดสุรินทร์ หรือเที่ยวงานวัดพนัญเชิง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา หรืออาจจะเป็นประกาศโฆษณาสินค้าและบริการอย่างใดอย่างหนึ่ง ตลอดจนอาจเป็นการชักจูงให้ประชาชนร่วมมือร่วมใจทำการอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น การร่วมพัฒนาชาติ การระดมรักษาความสะอาด ซึ่งก็สามารถใช้โปสเตอร์เป็นประโยชน์ได้ทุกทางไม่ว่าจะเป็นเรื่องของเศรษฐกิจ การเมืองหรือสังคม

โปสเตอร์เป็นงานศิลปะผสมผสานกันระหว่างการออกแบบภาพ และการใช้ถ้อยคำกะทัดรัด สามารถสื่อความหมายเข้าใจง่าย การจัดทำโปสเตอร์นั้นมีหลายลักษณะด้วยกัน คือ

5.1 โปสเตอร์สิ่งพิมพ์ เป็นโปสเตอร์ที่ใช้การพิมพ์เป็นหลัก ปิดประกาศโฆษณาได้ตามสถานที่สาธารณะทั่วไป มีตั้งแต่ขนาดเล็กก็ต้องอ่านอย่างใกล้ชิดหรือขนาดใหญ่ที่ใช้เทคนิคการพิมพ์ที่พิมพ์ข้อความและภาพนำมาต่อกันเป็นโปสเตอร์ขนาดยักษ์ สามารถอ่านได้ในระยะไกล โปสเตอร์ที่ติดตั้งนั้นอาจจะเป็นประกาศด้วยถ้อยคำธรรมดา ไม่มีภาพประกอบหรือมีภาพประกอบ โปสเตอร์สิ่งพิมพ์ไม่มีขนาดจำกัด แม้แต่สิ่งพิมพ์อีกชนิดหนึ่งที่เรียกว่าใบปลิว (Leaflets) ก็ยังมีลักษณะที่เป็นโปสเตอร์ ถ้ามีขนาดใหญ่พอที่จะติดให้อ่านได้ตามร้านค้า ซึ่งใบปลิวดังกล่าวที่มีขนาดใหญ่ใช้ได้ทั้งในฐานะโปสเตอร์ แจกจ่ายให้แก่ผู้อ่านหรือแทรกในหนังสือพิมพ์เพิ่มเติมจากหนังสือพิมพ์เล่มที่จำหน่าย

ความหมายของใบปลิวนี้หมายถึง แผ่นกระดาษ มีข้อความประกาศหรือโฆษณา เป็นต้น ใบปลิวนี้มักแจกจ่ายให้ผู้อ่านถึงมือ หรือใช้วิธีการโปรยจากรถให้ผู้อ่านตามท้องถนน อีกวิธีหนึ่งที่ใช้คือในยามที่ขานเมืองเกิดความไม่สงบ หรือในภาวะสงครามก็มีการโปรยใบปลิวจากเครื่องบินที่เรียกว่า ฟลายเออร์ (fliers) ใบปลิวที่แจกจ่ายในลักษณะนี้มักจะเป็นแผ่นกระดาษแผ่นเล็ก และมีเนื้อหาข้อความบรรยายเรื่องต่าง ๆ มากกว่าจะเป็นภาพ

ความหมายของใบปลิวนี้มองอีกลักษณะหนึ่งก็คือ แผ่นกระดาษข้อความที่แจกจ่ายในลักษณะปกปิด ไม่เปิดเผยเหมือนกับใบปลิวโฆษณาสินค้าและบริการ หรือประกาศเรื่องใดเรื่องหนึ่งซึ่งเป็นของทางราชการหรือหน่วยงานใด ใบปลิวในลักษณะปกปิดนี้มีลักษณะที่เป็นการชักชวนต่อต้านทางการเมืองต่อต้านรัฐบาล หรือชักชวนให้ร่วมมือทำการอย่างใดอย่างหนึ่ง หรืออย่างในสงครามโลกครั้งที่ 2 ฝ่ายสัมพันธมิตรก็มักจะใช้เครื่องบินโปรยใบปลิวในประเทศไทยชักชวนให้ร่วมมือต่อ

ด้านญี่ปุ่น ชี้แจงให้ทราบถึงข่าวสารบางอย่าง เช่น ประกาศให้ทราบว่าประธานาธิบดีโรนัลด์ เรแกน ของสหรัฐอเมริกาถึงแก่อสัญกรรมแล้ว เป็นต้น

5.2 โปสเตอร์ที่ไม่ใช่สิ่งพิมพ์ โปสเตอร์ลักษณะนี้มีมาตั้งแต่ยุคก่อนเกิดการพิมพ์จนกระทั่ง ในยุคปัจจุบัน เป็นการใช่วัตถุต่าง ๆ ทำโปสเตอร์ อย่างป้ายโฆษณาหรือเขียนข้อความเป็นป้ายชื่อ ร้านขายสินค้า โฆษณาสินค้าและบริการต่าง ๆ วัสดุที่ใช้ทำอาจใช้เขียนหรือวาดบนแผ่นไม้ วาดและ เขียนบนแผ่นโลหะต่าง ๆ ปัจจุบันโปสเตอร์ที่ไม่ใช่สิ่งพิมพ์วิวัฒนาการไปถึงขั้นใช้แสงไฟลัดสีติดตั้ง ตามร้านค้า และตามยอดตึกสูง ๆ ของร้านค้าให้เห็นโดยทั่วไป

สื่อสิ่งพิมพ์ที่กล่าวมาทั้งหมดนี้เป็นการกล่าวตามองค์ประกอบภายนอกที่เห็น ซึ่งสามารถ แยกแยะออกไปในรายละเอียดได้มากกว่านั้นนอกเหนือจากสื่อสิ่งพิมพ์ใหญ่ ๆ ตามที่กล่าวมาแล้ว แต่ จุดมุ่งหมายหลักของสื่อสิ่งพิมพ์มีจุดมุ่งหมายเดียวกัน คือ เป็นสื่อที่ใช้ติดต่อสื่อสารกันด้วยวิธีการอ่าน ยกเว้นสิ่งพิมพ์สำหรับคนตาบอดที่ใช้ระบบสัมผัสแทนการอ่าน

แผ่นพับ จุลสาร และแผ่นปลิว (Brochure, Pamphlet, Leaflet) เป็นสิ่งพิมพ์ที่จัด พิมพ์เผยแพร่เพื่อการประชาสัมพันธ์หน่วยงาน การจัดประชุม การจัดนิทรรศการ และการจัดฝึกอบรม เป็นต้น สิ่งพิมพ์ซึ่งจัดทำขึ้นเพื่อการประชาสัมพันธ์หน่วยงานจะให้เรื่องราวเกี่ยวกับประวัติ การจัดตั้ง วัตถุประสงค์ แผนภูมิการจัดองค์กร หน้าที่โดยสังเขปของหน่วยงานในองค์กรการให้บริการ และอัตราการคิดค่าบริการ ฯลฯ มีข้อความเขียนอธิบายอย่างสั้น ๆ กระชับรัดแต่ให้ข้อมูล ชัดเจน และมีการออกแบบให้ดึงดูดความสนใจของผู้อื่น การผลิตสิ่งพิมพ์ประเภทนี้อาจมีแบบ สอบถามสั้น ๆ แบบไว้ด้วย เพื่อขอความเห็นและข้อเสนอแนะจากผู้ที่มาติดต่อปรึกษางานหรือ ใช้บริการของหน่วยงานนั้น ๆ สิ่งพิมพ์ประเภทแผ่นพับ จุลสาร และแผ่นปลิวเพื่อการเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ หน่วยงานจะมีการจัดพิมพ์ขึ้นใหม่เมื่อหน่วยงานนั้น ๆ มีการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมเกี่ยวกับการ ให้บริการ กลุ่มเป้าหมายของการเผยแพร่ ได้แก่ หน่วยงาน และบุคคลที่อยู่ในวงการเดียวกัน และวงการอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งนอกจากจะจัดส่งไปให้กลุ่มต่าง ๆ เหล่านี้ ยังใช้สำหรับอาศัยบุคคล มาเยี่ยมชมหน่วยงาน มอบให้นักบริหาร และนักวิชาการของหน่วยงานซึ่งเดินทางไปยังที่ต่าง ๆ นำติดตัวไปเผยแพร่ หรือมอบให้แก่ผู้แทนหน่วยงานที่อาจมีประจำอยู่ที่อื่น นำไปประชาสัมพันธ์ให้ หน่วยงานนั้น ๆ เป็นที่รู้จักแพร่หลายต่อไป

สิ่งพิมพ์เพื่อการประชาสัมพันธ์ การประชุมสัมมนา การจัดนิทรรศการ และการจัดฝึกอบรม จะมีการออกแบบและวางรูปแบบที่คล้ายคลึงกับสิ่งพิมพ์เพื่อการประชาสัมพันธ์หน่วยงาน แต่รายละเอียดของข้อความจะกล่าวถึงความจำเป็นมา วัตถุประสงค์ กำหนดการสถานที่ แบบลงทะเบียน และบุคคลที่จะติดต่อขอข้อมูลเพิ่มเติม เป็นต้น

นอกจากนี้ ยังมีแผ่นพับหรือจุลสารประเภทให้ความรู้เฉพาะเรื่อง เขียนด้วยภาษาง่าย ๆ และให้ภาพประกอบชัดเจน เพื่อให้คนส่วนใหญ่อ่านเข้าใจได้ง่าย บางชนิดอาจมีผลิออกมาในหลาย ๆ ภาษาเพื่อให้ความรู้ในเรื่องนั้น ๆ แพร่กระจายไปยังบุคคลจำนวนมาก ๆ

จากการศึกษาเอกสารสิ่งพิมพ์พบว่า สิ่งพิมพ์ที่น่าสนใจ และให้ความรู้เฉพาะเรื่อง มีอิสระและสะดวกต่อการผลิต และรูปเล่มขนาดน่าสนใจ ได้แก่ อนุสาร ผู้วิจัยจึงนำเอารูปแบบของอนุสาร มาสร้างเป็นเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้า

เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

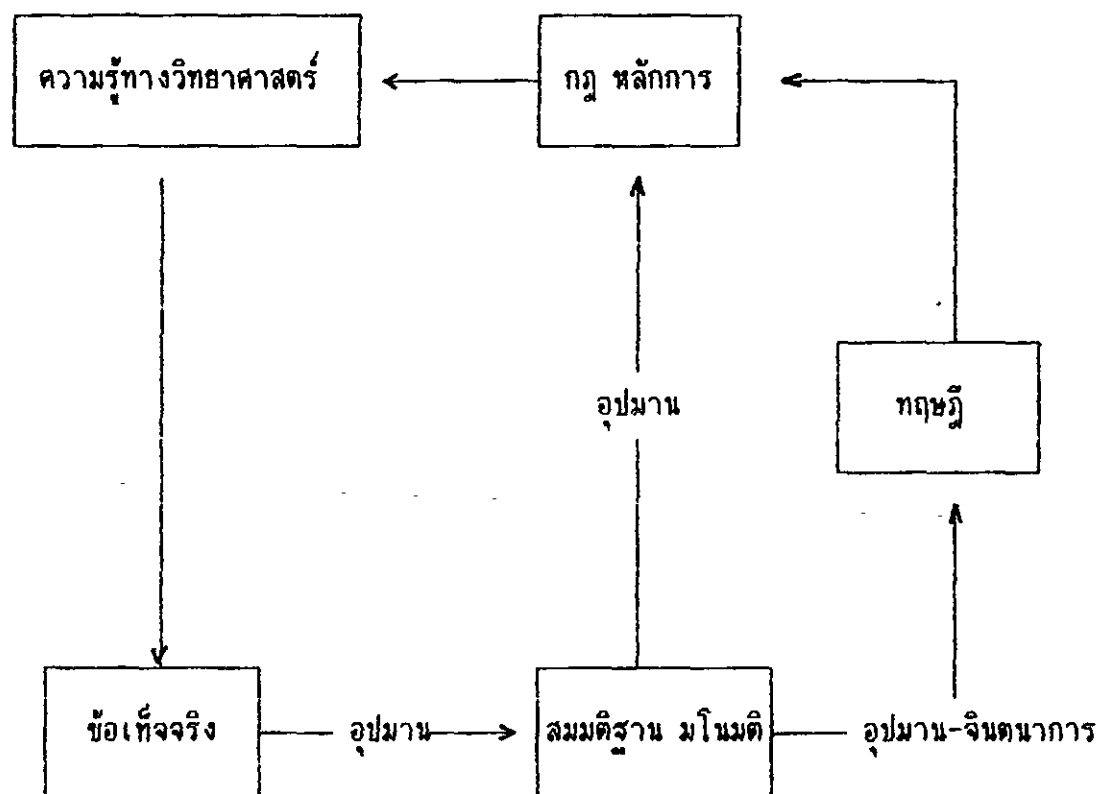
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้กำหนดความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ (ประวิตร ชุติศิลป์. 2524 : 1-2)

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะขอบเขตและวงจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์
4. เพื่อให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงอิทธิพลของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อมวลมนุษย์และสภาพแวดล้อม

เนื่องจากความหมายที่แท้จริงของวิทยาศาสตร์คือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ทพวงหาวิทยาลัย. 2525 : 1-15) สมจิต สวชนไพบูลย์. (2526 : 2-9) ได้กล่าวถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับทพวงมหาวิทยาลัย (2525 : 8-13) โดยสรุปดังนี้

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์คือ ส่วนที่เป็นผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไปความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นหลังจากที่ได้มีการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ ดำเนินการค้นคว้า สืบเสาะ

ตรวจสอบจนเป็นที่เชื่อถือได้ ความรู้นั้นจะถูกรวบรวมไว้เป็นหมวดหมู่ ซึ่งสรุปความสัมพันธ์ได้ดังนี้
(สมจิต สวชนไพบลีย์. 2526 : 9)



ภาพประกอบ 2 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

เป็นกระบวนการคิดการกระทำอย่างมีระบบในการค้นหาข้อเท็จจริงต่าง ๆ จากปรากฏการณ์ธรรมชาติ และจากสถานการณ์ที่อยู่รอบตัวเราโดยวิธีทางวิทยาศาสตร์มีลำดับขั้นตอนดังนี้ (สมจิต สวชนไพบลีย์. 2526 : 9-11)

1. ระบุปัญหา
2. ตั้งสมมติฐาน

3. พิสูจน์หรือทดลอง

4. สรุปผลและการนำไปใช้

การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้วผลของการศึกษาค้นคว้าจะมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับคุณลักษณะนิสัยของบุคคลนั้น ๆ เป็นองค์ประกอบอีกด้วย คุณลักษณะที่จะก่อให้เกิดประโยชน์ในการแสวงหาความรู้นี้เรียกว่าเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย

1. ความละเอียดถี่ถ้วน อดทน
2. ความอดทน
3. ความมีเหตุผลไม่เชื่อสิ่งใต้ง่าย ๆ โดยปราศจากข้อเท็จจริงมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ
4. ความมีใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่น ไม่ยึดมั่นในความคิดของตนเอง

เพียงฝ่ายเดียว

5. มีความกระตือรือร้นที่จะค้นหาความรู้
6. มีความซื่อสัตย์สุจริต
7. สามารถร่วมทำงานกับผู้อื่น
8. ยอมรับการเปลี่ยนแปลง และความก้าวหน้าใหม่ ๆ

ดังนั้นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนได้รับทั้งเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะต้องวัดผลทั้งสองส่วน และเพื่อความสะดวกในการประเมินผล ผู้วิจัยจึงได้นำการจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์ (ประวิตร ชูศิลป์. 2524 : 21-23) เพื่อนำไปสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสำหรับเป็นเกณฑ์วัดผลว่า นักเรียนได้เรียนรู้ไปมากน้อยหรือลึกซึ้งเพียงใด 4 พฤติกรรม ดังนี้คือ

1. ความรู้ ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้ไปแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎ และทฤษฎี

2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปยังอีกสัญลักษณ์หนึ่ง

3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการด้านการสังเกต การจำแนกประเภท การจัดกระทำ และสื่อ . ความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

4. การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือจากที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือ การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่มีความสำคัญมากในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ (สมจิต สวชนโชนชัย. 2526 : 63-69) กล่าวว่า กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการคิด การกระทำอย่างมีระบบในการค้นคว้าหาข้อเท็จจริงต่าง ๆ จากประสบการณ์ธรรมชาติ และจากสถานที่ที่อยู่รอบ ๆ ตัวเราโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ตามลำดับขั้น คือ การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐาน การทดลองหรือพิสูจน์ การสรุปผลและนำไปใช้

การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ผลของการศึกษาค้นคว้าจะมีประสิทธิภาพเพียงใดขึ้นอยู่กับลักษณะการนำเอากระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ ตลอดจนการได้รับการพัฒนาความคิดในการแก้ปัญหา และเฝ้าหาคำตอบ หรืออาจกล่าวได้ว่าการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น จำเป็นต้องมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง

เอกสารเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์มีความสำคัญอย่างยิ่ง เราพบว่าทุกสิ่งทุกอย่างของมนุษย์ที่ได้สร้างขึ้นนั้น ส่วนมากเป็นผลมาจากความสามารถในทางสร้างสรรค์ของมนุษย์ ความคิดสร้างสรรค์เป็นพื้นฐานสำคัญ ก่อให้เกิดการพัฒนาวัฒนธรรมและอารยธรรม

ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์โดยทั่วไปจัดว่าเป็นความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดแก้ปัญหา นักจิตวิทยา นักการศึกษา และนักวิจัยได้อธิบายความหมาย และสรุปแนวคิดเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

บุญลือ ทองอยู่ (2521 : 15) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์คือ ความสามารถในการคิดดัดแปลงหรือปรับปรุงสิ่งที่มีอยู่แล้วให้มีรูปร่างใหม่ มีหน้าที่ใหม่ หรือให้ในแง่ใหม่ ที่มีประสิทธิภาพกว่าเดิม ริเริ่มคือ ความคิดที่อยู่ในสมอง สร้างสรรค์คือ การกระทำที่อยู่ในมือ

อารี รังสินนท์ (2527 : 5) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางสมอง ที่คิดในลักษณะอเนกนัย อันนำไปสู่การค้นพบสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ ด้วยการคิดดัดแปลงปรุงแต่งจาก ความคิดเดิมผสมผสานกันให้เกิดสิ่งใหม่ ซึ่งรวมทั้งการประดิษฐ์คิดค้นพบสิ่งต่าง ๆ ตลอดจนวิธีการ คิดทฤษฎี หลักการได้สำเร็จ ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้นี้มีใช้เพียงแต่คิดในสิ่งที่เป็นไปได้ สิ่ง ที่เป็นเหตุเป็นผลเพียงอย่างเดียวเท่านั้น หากแต่ความคิดจินตนาการก็เป็นสิ่งสำคัญยิ่งที่จะก่อให้เกิด ความแปลกใหม่ แต่ต้องควบคู่ไปกับความพยายามที่จะสร้างความคิดฝันหรือจินตนาการประยุกต์นั่นเอง จึงจะทำให้เกิดผลงาน จากความคิดสร้างสรรค์ขึ้น

ทอร์แรนซ์ (Torrance. 1963 : 47) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์ คือ ความสามารถของบุคคลในการคิดแก้ปัญหาด้วยการคิดอย่างลึกซึ้งที่นอกเหนือไปจากลำดับขั้นของ การคิดอย่างปกติธรรมดา เป็นลักษณะภายในตัวบุคคลจะคิดได้หลายแง่ หลายมุม ผสมผสานจนได้ ผลใหม่ ซึ่งถูกต้องสมบูรณ์กว่า ความคิดสร้างสรรค์นี้ประกอบด้วยกระบวนการคิด 4 ขั้นตอนคือ

1. กระบวนการของความรูสึกว่ามีปัญหา มีความยุ่งยากเกิดขึ้น (Sensing Problem)
2. กระบวนการคาดคะเนหรือสมมติฐานที่เกี่ยวกับปัญหานี้ (Formulating Hypothesis)
3. กระบวนการทดสอบสมมติฐานนั้น (Testing Questions)
4. การสื่อสารผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบสมมติฐาน (Communicating the Results).

แอนเดอร์สัน (Anderson. 1970 : 90-93) ให้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ ว่าเป็นกระบวนการคิด ซึ่งแตกต่างจากการคิดอย่างมีเหตุผล (Critical Thinking) ตรงที่ว่า การคิดสร้างสรรค์เกี่ยวข้องกับการคิดใหม่ ๆ ซึ่งจะขัดแย้งกับความคิดก่อน ๆ การคิดสร้างสรรค์ เป็นการกระทำของการตั้งประสบการณ์เก่า ๆ ออกมาทั้งหมด และเป็นการกระทำของการเลือก เนื้อหาที่จะสร้างแบบแผนใหม่ ๆ ความคิดใหม่ ๆ ออกมา คำว่าใหม่นี้ ถ้าเป็นเด็กเล็ก ๆ กระทำ ก็ หมายความว่าความคิดใหม่สำหรับตัวเอง แต่ถ้าเป็นผู้ใหญ่ก็หมายถึงเป็นความคิดใหม่ ๆ ที่ต่างจากลักษณะ เดิมในสังคม

ดีวิตโต (Devitto. 1971 : 208) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการในการรวบรวมความรู้ที่ได้รับจากประสบการณ์เข้าด้วยกัน เพื่อแสดงให้เห็นถึงวิธีการใหม่ ๆ ที่ใช้แก้ปัญหาหรือออกแบบ และสร้างสิ่งใหม่ ๆ และได้กำหนดขั้นตอนของความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. ขั้นวิเคราะห์ (Analysis) เป็นขั้นสัมผัสหรือเผชิญกับสถานการณ์ซึ่งส่วนมากจะเป็นปัญหาต่าง ๆ ปัญหาจะถูกนำมาวิเคราะห์ กำหนดนิยามเพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจถึงตัวของปัญหา และส่วนประกอบ

2. ขั้นผสมผสาน (Manipulate) หลังจากรู้สภาพปัญหา วิเคราะห์ปัญหา ความคิดที่จะแก้ปัญหาจะถูกนำมาผสมผสาน ซึ่งต้องอาศัยความคืบหน้า และความเข้าใจในปัญหา

3. ขั้นพบอุปสรรค (Impasse) เป็นขั้นที่เกิดขึ้นบ่อย และเป็นขั้นสูงสุดของการแก้ปัญหา ในขั้นนี้จะมีความรู้สึกว่าวิธีการบางประการในการแก้ปัญหานั้นใช้ไม่ได้ คิดไม่ออก รู้สึกล้มเหลวในการแก้ปัญหา

4. ขั้นคิดออก (Eureka) เป็นขั้นคิดแก้ปัญหาได้ในทันทีทันใด หลังจากที่ยพบอุปสรรคมาแล้ว ซึ่งทำให้เกิดความเข้าใจอย่างแจ่มแจ้งในการแก้ปัญหานั้น ๆ

5. ขั้นพิสูจน์ (Verification) เป็นขั้นที่ต่อจากขั้นพบอุปสรรค และขั้นคิดออกเพื่อพิสูจน์ตรวจสอบความคิดเพื่อรองรับหรือยืนยันความคิดดังกล่าว

แมคแคนเดส (McCandess. 1978 : 216-217) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์หมายถึง พฤติกรรมที่เป็นทั้งกระบวนการและผลผลิต พฤติกรรมในแง่กระบวนการ คือ ความสามารถในการคิดที่ซับซ้อน สามารถแยกแยะและเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้าด้วยกัน รู้จักตั้งสมมติฐาน และรายงานผลให้ผู้อื่นเข้าใจได้ นอกจากนี้ยังได้รายละเอียดเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ไว้ 5 ประการ คือ

1. การสร้างสรรค์เป็นรูปการอย่างหนึ่งของพฤติกรรมทางปัญหา
2. ทุกคนย่อมมีความคิดสร้างสรรค์แตกต่างกันในระดับและความบ่อยในการคิด
3. ความสามารถในการสร้างสรรค์สามารถจะพัฒนาขึ้นได้

4. การสร้างสรรค์ควรถือเป็นเป้าหมายแรกของการศึกษา ควรมีการสนับสนุนและกระตุ้นให้มีการปลูกฝังขึ้นในโรงเรียน

5. องค์ประกอบใหญ่ของการสร้างสรรค์ คือ การมีความคิดได้หลายแง่หลายมุม กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ การมีความคิดแบบขบถ

กิลฟอร์ด (นฤมล ชูตาคม. 2522 : 9-13 ; อ้างอิงมาจาก Guilford. 1967) ได้จัดพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์อยู่ในมิติหนึ่งของโครงสร้างทางสติปัญญา (Structure of Intellect) โครงสร้างทางสติปัญญา คือ ความสามารถทางสมองประกอบด้วย 3 ประการ คือ

1. ด้านเนื้อหา (Contents)
2. ด้านวิธีการคิด (Operation)
3. ด้านผลผลิต (Products)

ความคิดสร้างสรรค์ เป็นส่วนหนึ่งที่อยู่ในมิติการคิด ซึ่งมี 5 ประการ คือ

1. รู้และเข้าใจ (Cognition) หมายถึง ความสามารถทางสมองที่จะสามารถเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว

2. การจำ (Memory) หมายถึง ความสามารถของสมองในการสะสมข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้และสามารถระลึกได้เมื่อต้องการ

3. การคิดแบบขบถ (Divergent Thinking) หมายถึง ความสามารถของสมองในการตอบสนองได้หลายทางจากสิ่งเร้าโดยไม่จำกัดจำนวนคำตอบหรือคิดได้หลาย ๆ แนวทาง

4. การคิดแบบเอกฉันท์ (Convergent Thinking) หมายถึง ความสามารถของสมองที่จะสรุปหรือถึงข้อมูลได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

5. การคิดแบบประเมินค่า (Evaluation) หมายถึง ความสามารถของสมองที่จะประเมินคุณค่าของข้อมูลหรือเกณฑ์ที่กำหนดไว้ว่าดีหรือไม่ดี สามารถปฏิบัติได้หรือไม่ได้

สำหรับความคิดแบบขบถ (Divergent Thinking) นั้น กิลฟอร์ด กล่าวว่า เป็นความสามารถที่จะคิดคำตอบได้หลายแนวทางจากข้อมูลที่กำหนดได้ และพบว่าองค์ประกอบของความสามารถในการคิดแบบขบถมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการคิดแบบขบถประกอบด้วย

1. ความคล่องในการคิด (Fluency) หมายถึง ความสามารถในการคิดคำตอบได้จำนวนมาก ซึ่งเกี่ยวข้องกับผลของการคิดในเรื่องหน่วย ความสัมพันธ์และระบบ

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความพร้อมที่จะเปลี่ยนแนวทางหรือตัดแปลงข้อมูล ซึ่งเกี่ยวข้องกับผลของการคิดเรื่องจำพวกและการแปลงรูป

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความสามารถที่จะคิดสิ่งที่ไม่เหมือนใครหรือคิดสิ่งที่ดูเหมือนไม่สัมพันธ์กันให้เข้าด้วยกันได้ ซึ่งเกี่ยวข้องกับผลของการคิดในเรื่องการแปลงรูป

4. ความคิดละเอียดละออ รอบคอบ (Elaboration) หมายถึง ความสามารถที่จะต่อเติมความคิดให้สมบูรณ์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับผลของการคิดเรื่องการแสดงความหมาย

หลักของความคิดของ กิลฟอร์ด (เพอร์วี่ ทักสิน. 2523 : 13 ; อ้างอิงมาจาก Guilford. 1967) มุ่งไปที่ความสามารถของบุคคลที่จะคิดได้รวดเร็ว กว้างขวาง และมีความคิดริเริ่ม ถ้ามีสิ่งเร้ามากระตุ้นให้เกิดความคิดนั้น ๆ สิ่งเร้าที่จะมากกระตุ้นให้เกิดความคิดนั้น ๆ มีอยู่ด้วยกัน 4 ชนิด คือ

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

สมจิต สวชนไพบุลย์ (2527 : 6) สรุปความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. เป็นความคิดอิสระ โดยจะเกิดขึ้นขณะที่บุคคลนั้น ๆ เกิดความขัดแย้งในใจขึ้น
2. เป็นจินตนาการการประยุกต์ที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อแก้ปัญหา
3. เป็นผลงานที่บุคคลนั้นค้นพบด้วยตนเอง แม้ว่าผู้อื่นจะค้นพบมาก่อนแล้วก็ตาม
4. เป็นผลงานที่ไม่มีผู้อื่นใดทำมาก่อน
5. เป็นความคิดอเนกนัยประกอบด้วยความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่นและ

ความคิดริเริ่ม

6. เป็นความคิดที่โยงสัมพันธ์ได้

7. เป็นกระบวนการของความรู้สึกไวต่อปัญหาแล้วรวบรวมความคิดตั้งเป็นสมมติฐาน วิเคราะห์ข้อมูล ทดสอบสมมติฐาน และรายงานถึงผลผลิตความคิดใหม่ ๆ

8. เป็นกระบวนการทางสมองที่นำประสบการณ์เดิมมาจัดกระทำในรูปแบบใหม่ตามแนวความคิดของตน หรือเป็นการกระทำที่ตั้งแนวความคิดเก่า ๆ ออกมาทั้งหมดและเป็นการกระทำของการเลือกเพื่อสร้างแบบแผนใหม่ ความคิดใหม่หรือผลผลิตใหม่ออกมา โดยคำว่าใหม่นั้น หมายถึง ใหม่สำหรับตนเองหรือต่างจากลักษณะเดิมในสังคม

สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถของบุคคลในการคิดอย่างลึกซึ้งเพื่อแก้ปัญหา เกี่ยวข้องกับความคิดใหม่ ๆ ที่มีอยู่แล้วในตัวบุคคล ถ้าสิ่งเร้ามากกระตุ้นให้เกิดความคิดนั้น ๆ แล้วสามารถพัฒนาขึ้นได้

ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

คำว่า "ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์" ได้มีนักการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ได้ให้ความหมายไว้หลายท่านดังนี้

สปรีธา ลัจจ์ยิก (2522 : 5-6) ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หมายถึง ความสามารถในตัวนักเรียนที่แสดงออกในเรื่องความคิดหลาย ๆ แนวหลาย ๆ มุมมากที่สุด เป็นการก่อให้เกิดสิ่งแปลกใหม่หรือความสามารถในการปรับปรุงดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่เดิมให้มีรูปใหม่ มีประสิทธิภาพสูงกว่าเดิมและเป็นความคิดที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่นผู้ที่คิดหาคำตอบได้ในลักษณะหลายแง่หลายมุมและไม่ซ้ำแบบใครจะเป็นผู้มีความคิดสร้างสรรค์ซึ่งประกอบด้วยลักษณะที่สำคัญ 3 ประการ คือ

1. ความคล่องในการคิด (Fluency) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภทและหลายทิศทาง

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภทและหลายทิศทาง

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาลักษณะใหม่และไม่ซ้ำกับคำตอบของผู้อื่น

อนันต์ จันทรกี (2525 : 3-10) ได้ให้ความหมายความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์สามารถค้นคว้าทดลอง และแสวงหาคำตอบหลายวิธี ซึ่งคุณลักษณะนี้ได้จากการสังเกตพฤติกรรมตรวจรายงานหรือโครงการ วิทยาศาสตร์ และ/หรือคะแนนจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

วรรณรักษ์ ชัยชาญกุล (2526 : 9) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการแสวงหาคำตอบ ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคล่องในการคิด ในการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบต่าง ๆ โดยใช้ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์

ทัศนีย์ บุญเต็ม (2526 : 3) ได้นิยามความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคล่องในการคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยอาศัยทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเน้นทักษะในการตั้งสมมติฐาน และทักษะในการออกแบบ การทดลอง และการวางแผนการทดลอง

สมจิต สวชนไพบูลย์ (2527 : 7-11) ให้ความเห็นว่า ความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์เป็นทั้งกระบวนการคิดและการกระทำที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเน้นผลผลิต ของความคิดที่จะต้องมีความค่าต่อสังคม และส่งผลผลักดันให้โลกเจริญไปข้างหน้ายิ่งขึ้นไป

องค์ประกอบของกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการคิดแบบอเนกนัย จำแนกได้ 4 ลักษณะตามแนวคิดของกิลฟอร์ด คือ

1. ความคิดคล่องทางวิทยาศาสตร์ (Fluency)
2. ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ (Flexibility)
3. ความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ (Originality)
4. ความคิดละเอียดลออทางวิทยาศาสตร์ (Elaboration)

จะเห็นได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความหมายใกล้เคียงกับความคิด สร้างสรรค์ ในส่วนที่เป็นกระบวนการคิดและเป็นการกระทำที่ทำให้เกิดผลผลิตต่าง ๆ แต่จะมี ลักษณะพิเศษตรงที่ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ อาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะก่อให้เกิดพัฒนาการทางด้านสติปัญญา การแก้ปัญหา และการค้นหาความรู้ใหม่ ๆ อย่างมี ประสิทธิภาพ

จากความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จะเห็นว่าสอดคล้องกับความหมายของวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยตัวความรู้ (Body of Knowledge) และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Process of Scientific Inquiry)

ขั้นตอนการเกิดความคิดสร้างสรรค์

จากการวิเคราะห์ของนักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้ศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ และได้จัดลำดับขั้นตอนการเกิดความคิดสร้างสรรค์ไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้ (นิพนธ์ จิตต์ภักดี. 2523 : 20)

1. ขั้นเตรียม (Preparation) เป็นขั้นของการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับความรู้ทั่วไป และความรู้เฉพาะ เพื่อนำมาประกอบการพิจารณาโดยอาศัยพื้นฐานของกระบวนการต่อไปนี้

1.1 การสังเกต นักคิดสร้างสรรค์จำเป็นต้องเป็นนักสังเกตที่ดีและสนใจต่อสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ ที่ได้พบเห็นเสมอ

1.2 การจำแนก หมายถึง กระบวนการจำแนกข้อมูลที่ได้จากการสังเกตเป็นหมวดหมู่ เพื่อใช้เป็นแนวทางลำดับแนวความคิดต่อไป

1.3 การทดลอง เป็นหัวใจของการสร้างสร้งงาน เพราะผลการทดลองจะเป็นข้อมูลสำหรับคิดสร้างสรรค์ต่อไป

2. ขั้นฟักตัว (Incubation) เป็นขั้นที่ใช้เวลาสำหรับการครุ่นคิดเป็นระยะที่ยังคิดไม่ออก บางครั้งแทบจะไม่ได้ใช้ความคิดเลย การฟักตัวนี้บางครั้งความคิดอื่นจะแวบขึ้นมาโดยไม่รู้ตัว

3. ขั้นคิดออก (Illumination or Inspiration) เป็นขั้นของการแสดงภาวะสร้างสร้งอย่างแท้จริง คือ สามารถมองเห็นลู่ทางในการริเริ่มหรือสร้างสร้งงานอย่างแจ่มชัดโดยตลอด

4. ขั้นพิสูจน์ (Verification) เป็นขั้นการทบทวน ตรวจสอบ ปรับปรุง ประเมินค่าวิธีการว่าใช้ได้หรือไม่ เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องแน่นอนเป็นกฎเกณฑ์ต่อไป

การคิดสร้างสรรค์ของบุคคลไม่จำเป็นว่าจะต้องเป็นขั้นสูงสุดเสมอไป แต่ความคิดสร้างสรรค์อาจจะเป็นขั้นตอนหนึ่งขั้นตอนใดในขั้นตอนต่อไปนี้ (บุญลือ ทองอยู่. 2521 : 16๓)

ขั้นที่ 1 การคิดสร้างสรรค์ข้างต้น

- ขั้นที่ 2 ขั้นที่ผลผลิตออกมา
- ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างสรรค์
- ขั้นที่ 4 ขั้นความคิดสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ
- ขั้นที่ 5 ขั้นปรับปรุงความคิดสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ
- ขั้นที่ 6 ขั้นความคิดสร้างสรรค์สูงสุด สามารถแสดงความคิดให้เป็นรูปธรรม

บทบาทของครูวิทยาศาสตร์ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ตัวจักรสำคัญก็คือ ครูนั่นเอง ครูต้องทำการศึกษาให้เข้าใจเกี่ยวกับวิธีสอนและการจัดกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ บทบาทของครูในการที่จะส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ นักเรียน ได้แก่

1. ต้องชวนหาหาความรู้ เทคนิคการสอนใหม่ ๆ อยู่เสมอ เพื่อนำมาประกอบและปรับปรุงการสอนให้สอดคล้องกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์
2. ครูต้องตระหนักถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ดังนั้นในการจัดกิจกรรมจึงควรจัดให้เหมาะสมกับนักเรียน
3. ส่งเสริมการพัฒนาความคิด การแสดงความคิด ตลอดจนการยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
4. สนใจต่อคำถามของนักเรียน กระตุ้นให้นักเรียนคิดต่อไปเพื่อหาคำตอบให้ได้มากที่สุดที่จะทำได้
5. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ความคิดอย่างอิสระ มีเหตุผล มีวินัยในตนเอง เป็นคุณค่าของเวลา และสนุกต่อการค้นคว้าหาความรู้ตามแนวคิดของนักเรียน
6. สนับสนุนและช่วยให้ นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นในตนเอง ได้ทำงานตามแนวความคิดใหม่ ๆ ให้นักเรียนเป็นตัวของตัวเองบ้างในการทำงานสร้างสรรค์
7. ยกย่อง ชมเชย ให้กำลังใจแก่นักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์หรือมีผลงานที่สร้างสรรค์
8. เน้นความสนใจและให้เห็นคุณค่าต่อกระบวนการแก้ปัญหา การคิดเปรียบเทียบการวิเคราะห์ การตั้งสมมติฐาน มากกว่าการจดจำเนื้อหา

9. จัดสิ่งแวดล้อมและอุปกรณ์อย่างเหมาะสม เพื่อให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้
10. ให้โอกาสนักเรียนได้อธิบาย ลงความคิดเห็นจากข้อมูล ตั้งสมมติฐานออกแบบการแก้ปัญหา และพยากรณ์ตามความเหมาะสม
11. ไม่เร่งรัดคำตอบจากนักเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีเวลาคิดแก้ปัญหาเพราะการสร้างสร้งสรรค์จำเป็นต้องใช้เวลาแก่นักเรียน
12. ให้โอกาสนักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนการสอน และให้นักเรียนได้ตระหนักถึงความสำคัญของคำถามของเพื่อนนักเรียน
13. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดของตนเองอย่างอิสระ และการระดมพลังทางสมอง
14. แสดงผลงานทางสร้งสรรค์ของนักเรียนเพื่อเป็นตัวอย่าง
15. พัฒนาทักษะการใช้คำถามของครู เพื่อเป็นแนวทางในการคิดสร้งสรรค์ของนักเรียน (สมจิต สวชนไพบูลย์. 2527 : 36-37)

แนวการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้งสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สมจิต สวชนไพบูลย์ (2527 : 30) ได้สรุปกลวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้งสรรค์ไว้ดังนี้

1. จัดสถานการณ์ยั่ว ซึ่งประกอบด้วยข้อความ คำถาม การบรรยาย การอภิปราย รูปภาพ แผนภูมิ ของจริง อุปกรณ์จำลอง ข่าวความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฯลฯ
2. จัดกิจกรรมแบบระดมพลังสมอง การจัดกิจกรรมแบบนี้จะมีลักษณะให้นักเรียนได้ร่วมกันทำงานเป็นกลุ่ม สมาชิกทุกคนในกลุ่มจะมีโอกาสได้แสดงความคิดเห็นโดยไม่ต้องคำนึงว่าความคิดนั้น ๆ จะถูกต้องหรือไม่ ซึ่งการจัดกิจกรรมแบบนี้จะเป็นแนวทางการส่งเสริมให้นักเรียนได้ร่วมกันคิดหลายทาง คิดได้มากในเวลาจำกัด ฝึกให้นักเรียนรู้กระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม
3. การจัดกิจกรรมแบบให้ปฏิบัติจริง เป็นการจัดกิจกรรมที่ให้เกิดโดยการกระทำ เช่น ขอกปัญหาให้และกำหนดอุปกรณ์ให้ แล้วให้นักเรียนนำไปวางแผนทดลอง นิสุจน์ อภิปราย ค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมหรือเลือกรูปแบบในการสื่อความหมาย

4. การจัดกิจกรรมให้ประสบความสำเร็จ โดยให้ทำกิจกรรมจากง่ายไปหายากเพื่อให้ นักเรียนได้รับความสำเร็จ การจัดกิจกรรมที่คำนึงถึงความสำเร็จนี้ถือว่า เป็นการสร้างบรรยากาศทางจิตวิทยาที่น่าจะส่งเสริมให้เกิดแรงจูงใจภายใน ช่วยให้นักเรียนเกิดความมั่นใจและกระตือรือร้น ใครจะคิดค้นคว้าหาความรู้ยิ่งขึ้น

5. จัดกิจกรรมให้ฝึกเป็นรายบุคคล ในการจัดกิจกรรมให้นักเรียนมีส่วนร่วมนั้นนอกจากฝึกให้ทำงานเป็นกลุ่มแล้ว ก็ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกเป็นรายบุคคลบ้าง เพื่อการพัฒนาความสามารถแห่งตนเพื่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ตามเอกัตถภาพ

บรรยากาศการเรียนการสอนที่ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

บรรยากาศในการสอนเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นในการจัดการเรียนการสอน ครูเป็นกลจักรสำคัญในการสร้างบรรยากาศในชั้นเรียน บรรยากาศในการสอนเอื้อต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ครูสร้างขึ้นได้ คือ

1. บรรยากาศที่ให้ความรักความอบอุ่น
2. บรรยากาศแห่งความปลอดภัย
3. บรรยากาศที่ให้อิสระเสรีภาพในการแสดงออก
4. บรรยากาศที่เอื้อต่อการค้นคว้าหาความรู้
5. บรรยากาศแห่งการยกย่อง

สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ครูควรสร้างให้เกิดขึ้นในชั้นเรียน เพราะเป็นการกระทำที่จะส่งเสริม การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ (สมจิต สวชนไพบุลย์. 2527 : 37-39)

บทบาทของนักเรียนในการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

วัลท์ตัน (ประดิษฐ์ สนั่นเอื้อ. 2527 : 27 ; อ้างอิงมาจาก Wheton. 1967)

กล่าวว่า การสอนวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์นั้น นักเรียนควรมีโอกาสในการกระทำสิ่งต่อไปนี้

1. ชักถามทั้งในระหว่างและหลังการบรรยาย การอภิปราย และการปฏิบัติการทดลอง
2. อ่านตำราที่นอกเหนือไปจากบทเรียน และไม่จำเป็นต้องได้รับคำตอบที่สมบูรณ์เสมอ

3. เสนอข้อคิดหรือกระบวนการ แม้ว่าเป็นสิ่งที่ทุกคนยอมรับแล้ว ทั้งนี้เพื่อเปิดโอกาสให้ได้รับสิ่งใหม่ ๆ

4. ครูสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนให้นักเรียนได้ยอมรับว่า วิธีการลองผิดลองถูกนั้นเป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับได้อย่างหนึ่ง

5. มีอิสระในการสร้างสรรค์งานนอกเหนือจากที่ครูมอบหมายให้

6. ให้นักเรียนยอมรับว่า ความคิดสร้างสรรค์มีความสำคัญเท่าเทียมกับความสามารถในการจดจำเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์

ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นั้น การจัดสภาพแวดล้อมและบรรยากาศในการเรียนการสอนให้ดีขึ้นจะช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ซึ่ง ประทุม ทองหนู (2522 : 19) ได้กล่าวว่า การเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์นั้นควรจะให้ให้นักเรียนได้มีโอกาสแสดงความคิด และการกระทำที่เป็นของตนเอง มีอิสระที่จะหาประสบการณ์การเรียนรู้ มีบรรยากาศในการเรียนการสอนที่ไม่เข้มงวดเกินไป และในวิชาวิทยาศาสตร์ควรให้นักเรียนได้ค้นคว้าทดลอง เพื่อแก้ปัญหาและควรจะเน้นที่กระบวนการมากกว่าเนื้อหาวิชา

จากที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์นั้น ต้องคำนึงถึงองค์ประกอบหลาย ๆ ด้าน เช่น เนื้อหาของหลักสูตร วิธีสอน ตัวครู ตัวนักเรียน ตลอดจนบรรยากาศในการเรียน โดยเฉพาะการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้น ควรจะเน้นให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง มีเสรีภาพที่จะคิด และที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือ ตัวครูจะต้องเป็นผู้ที่มีความยืดหยุ่นยอมรับความคิดเห็นของนักเรียน ตลอดจนมีความเข้าใจในเรื่องของความคิดสร้างสรรค์เป็นอย่างดี

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งในการวัดคุณลักษณะความคิดสร้างสรรค์ที่เป็นระบบ ซึ่งเป็นผลมาจากการวิจัยเกี่ยวกับธรรมชาติของความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบนี้มีที่ใช้ภาษาเป็นสื่อและที่ใช้ภาพเป็นสื่อ เพื่อเราให้เด็กแสดงออกเชิงความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่นิยมให้แพร่หลายในประเทศไทยในปัจจุบันนี้ ได้แก่ แบบทดสอบที่ได้ดัดแปลงมาจากแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของ กิลฟอร์ด และของ ทอแรนซ์ เพื่อให้

เหมาะสมกับเด็กไทย เช่น ในเรื่องคำสั่ง คำชี้แจง การดัดแปลงสิ่งเร้าที่กำหนด เป็นต้น แต่หลักใหญ่ ๆ ยังคงเดิมคือ เน้นการกำหนดสิ่งเร้าที่ช่วยให้เด็กคิด และวัดองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ คือความคิดริเริ่ม ความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดและเอื้อคล่องเช่นกัน

ส่วนแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อวัดองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ แต่ก็ยังคงอาศัยแนวคิดของกิลฟอร์ด และทอแรนซ์อยู่ แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เท่าที่มีอยู่ในขณะนี้มี 2 ฉบับ คือ แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ทศนีย์ พฤษชลธาร และสุมาลี กาญจนชาติร ทั้ง 2 ฉบับที่มุ่งวัดความคิดริเริ่ม ความคิดยืดหยุ่น และความคล่องในการคิดเช่นเดียวกัน จะต่างกันตรงที่แบบทดสอบของ ทศนีย์ วัดองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ในเชิงความคิดเหตุและผล ส่วนของ สุมาลี วัดองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ในเรื่องของการนำมาใช้ประโยชน์

6.1 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นของ ทศนีย์ พฤษชลธาร (2517 : 85-98) ซึ่งประกอบด้วยคำถาม 3 ข้อ คือ

6.1.1 "สมมติว่า" ขนโลกมีหมอกควันหนาแน่นมากจนมองเห็นกันแต่ขาเท่านั้น อะไรจะเกิดขึ้น มันจะทำให้ชีวิตบนโลกเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง

6.1.2 "ทิ้งไข่" ให้นักเรียนหาวิธีที่จะทิ้งไข่ดิบ (ไข่ไก่หรือไข่เป็ดก็ได้) 1 ฟอง ลงจากตึกชั้นสาม โดยให้ไข่ตกถึงพื้นไข่ยังไม่แตก

6.1.3 "ปลาทอง" ให้คิดหาวิธีแปลก ๆ ที่จะเอาปลาทองไปทดลองโดยที่ไม่ทำให้ปลาทองขาดเจ็บถึงพิการหรือตาย

6.2 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอายุ 11-15 ปี ของสุมาลี กาญจนชาติร (2525 : 65-72) ประกอบด้วยคำถาม 3 ข้อ คือ

6.2.1 "การใช้ประโยชน์" ให้นักเรียนเขียนว่าจะใช้ประโยชน์จากบริเวณส่วนต่าง ๆ ของพื้นที่ที่กำหนดไว้ในภาพได้อย่างไร โดยอาจใช้บริเวณหนึ่งซ้ำได้ พยายามคิดให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะคิดได้

6.2.2 "นักประดิษฐ์" ให้นักเรียนคิดประดิษฐ์เครื่องมือเครื่องใช้ที่เป็นไปได้จากอุปกรณ์และวัสดุที่กำหนดให้ โดยบรรยายวิธีทำเครื่องมือหรือเครื่องใช้แต่ละชุด วาดรูปและบอกการนำไปใช้อย่างย่อ

6.2.3 "นักค้นคว้า" ให้นักเรียนพยายามคิดหาวิธีที่เป็นไปได้หลาย ๆ แบบจากข้อความที่กำหนดให้ อธิบายวิธีทดลองอย่างย่อ ๆ นักเรียนจะใช้อุปกรณ์ สารเคมีอย่างอื่นประกอบด้วยก็ได้

แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทั้งสองฉบับมีเกณฑ์การตรวจให้คะแนนของคำตอบเหมือนกัน คือ แต่ละข้อตรวจให้คะแนน 3 ด้าน ได้แก่ ความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

คะแนนความคล่องในการคิด พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขของคำถามโดยให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน ไม่ว่าคำถามนั้นจะซ้ำกับคำตอบของผู้อื่นหรือไม่

คะแนนความคิดยืดหยุ่น พิจารณาจากการจัดกลุ่ม คำตอบของนักเรียนแต่ละคนตามวิธีในการคิดที่แตกต่างกันโดยให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน ไม่ว่าคำถามนั้นจะซ้ำกับคำตอบของผู้อื่นหรือไม่

คะแนนความคิดริเริ่ม พิจารณาจากความคิดของคำตอบของนักเรียนทั้งหมด โดยใช้เกณฑ์ที่ว่า

คำตอบมีความถี่เกิน 5	ให้คะแนน 0	คะแนน
คำตอบมีความถี่เป็น 5	ให้คะแนน 1	คะแนน
คำตอบมีความถี่เป็น 4	ให้คะแนน 2	คะแนน
คำตอบมีความถี่เป็น 3	ให้คะแนน 3	คะแนน
คำตอบมีความถี่เป็น 2	ให้คะแนน 4	คะแนน
คำตอบมีความถี่เป็น 1	ให้คะแนน 5	คะแนน

6.3 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ ของกรมวิชาการ (กรมวิชาการ. 2534 : 29-33) การสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ จำเป็นต้องให้สอดคล้องกับหลักการและทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ คือ ให้ผู้ตอบสามารถคิดได้หลาย ๆ ทาง หลาย ๆ แบบหลาย ๆ แนว ดังตัวอย่างต่อไปนี้

6.3.1 แบบความเหมือน (Similarity) กำหนดภาพล้อและกางเกง จากภาพให้นักเรียนบอกว่ามีอะไรคล้ายหรือเหมือนกันบ้าง บอกมาให้มากที่สุดภายในเวลาที่กำหนด

6.3.2 แบบประโยชน์ของสิ่งของ (Alternate Use) ในแต่ละข้อจะให้นักเรียนบอกประโยชน์ของสิ่งของที่กำหนดให้มาให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ ภายในเวลาที่กำหนด ตัวอย่าง “หมวก” ใช้ทำอะไรได้บ้าง

6.3.3 แบบผลที่จะเกิดตามมา กำหนดคำถามให้นักเรียนคาดคะแนผลที่จะเกิดตามมา โดยบอกให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ ภายในเวลาที่กำหนดตัวอย่าง ถ้าหากสูงตัวโตเท่าคนอะไรจะเกิดขึ้นตามมาบ้าง

6.3.4 แบบการระลึกถึงหรือคิดถึง กำหนดข้อความให้พร้อมกับคำขีดเส้นใต้ เมื่อเห็นคำขีดเส้นใต้นั้นทำให้คิดหรือนึกถึงเรื่องใดบ้าง บอกมาให้มากที่สุดยิ่งคิดได้แปลกใหม่มากกว่าคนอื่น ก็ยิ่งจะได้คะแนนมาก ตัวอย่าง คุณพ่อชอบสะสมหนังสือทุกชนิด

6.3.5 แบบความหมายจากภาพ กำหนดภาพให้นักเรียนพิจารณาและตอบคำถามว่าบุคคลในภาพนั้นควรจะทำอย่างไรบ้าง บอกมาให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ ภายในเวลาที่กำหนด

6.3.6 แบบพวกเดียวกัน ให้หาคำตอบจากสิ่งที่กำหนดให้ได้มากที่สุดภายในเวลาที่กำหนด ตัวอย่าง ให้บอกสิ่งของที่มีลักษณะ “แบน”

เกณฑ์การตรวจให้คะแนน ยึดหลักการให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งดัดแปลงมาจาก ของ Torrance โดยในแต่ละกิจกรรมตรวจให้คะแนน 3 ด้านคือ ความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

การให้คะแนนความคล่องในการคิดพิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปตามเงื่อนไขของคำถาม โดยให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน ตามปริมาณคำตอบที่ไม่ซ้ำกัน

การให้คะแนนความคิดหยุ่นในการคิด พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ซึ่งจัดกลุ่มหรือประเภทของคำตอบของนักเรียนแต่ละคน โดยให้คะแนนคำตอบเป็นกลุ่มหรือประเภทละ 1 คะแนน

การให้คะแนนความคิดริเริ่ม พิจารณาจากความถี่ของคำตอบของนักเรียนทั้งหมดที่เป็นความคิดแปลกแตกต่างไปจากธรรมดาในการตอบของกลุ่มตัวอย่าง โดยพิจารณาจากคะแนนตามสัดส่วนของความถี่ของคำตอบ คำตอบใดที่กลุ่มตัวอย่างตอบซ้ำกันมาก ๆ ก็ได้คะแนนน้อยหรือไม่ได้เลย ถ้าคำตอบยิ่งซ้ำกับคนอื่นน้อยหรือไม่ซ้ำคนอื่นเลยจะได้คะแนนมาก

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ที่ได้จากผลบวกของคะแนนความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่มในแต่ละกิจกรรมนำมารวมกันเป็นผลบวกของคะแนน ความคิดสร้างสรรค์แต่ละคนของความคิดสร้างสรรค์มีความสำคัญต่อการพิจารณาการเรียนการสอน วิชาวิทยาศาสตร์สำหรับแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยคิดว่าควรสร้าง ให้สอดคล้องและเหมาะสมกับเนื้อหาและกิจกรรม เพื่อวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยได้สรุปแนวการจัดทำและเกณฑ์การวัด ออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ความคล่องในการคิด ความ ยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่มที่เกี่ยวข้องกับทักษะการสังเกต การลงความเห็นจากข้อมูลและ การพยากรณ์

งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

รุจิ ไรจนประศาสน์ (2523 : 47-48) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะคิดทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 640 คน โดยใช้แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันทางบวก และกลุ่มนักเรียน ที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่มี ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เชาวนีย์ อยะวงค์ (2526 : 56) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบเรียนสำเร็จรูปชนิดสื่อผสม และครูฝึกมีแผนการฝึก ลำดับขั้นตอนของการฝึกที่เหมือนกัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งสองกลุ่มไม่ แตกต่างกัน

กอดังดี ศรีน้อย (2527 : 81-83) ได้ศึกษาการใช้คำถามแบบทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และขั้นบูรณาการในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 105 คน แบ่งเป็นกลุ่ม กลุ่มละ

35 คน กลุ่มที่ 1 สอนโดยเน้นคำถามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน กลุ่มที่ 2 สอนโดยเน้นคำถามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ กลุ่มที่ 3 สอนตามคู่มือครู ผลการทดลองปรากฏว่า กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปราโมทย์ แก้วสุข (2528 : 86) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและทักษะการพยากรณ์กับการสอนตามคู่มือครู สลวท. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน ส่วนอีก 30 คน สอนตามคู่มือครู กลุ่มทดลองโดยเน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและทักษะการพยากรณ์ ผลการทดลองพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน

วินัย เทียมเมือง (2529 : 86) ได้ศึกษาผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่มีต่อความคิดอย่างมีเหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง สอนโดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ จำนวน 30 คน และกลุ่มควบคุม สอนตามคู่มือครู พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

หอมวล ใจชื่อ (2529 : 63-64) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและระหว่างครูกับนักเรียน พบว่า กลุ่มทดลองที่สอนโดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่สอนโดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมศรี เพชรขจร (2531 : 65-66) ได้ศึกษาผลการใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า กลุ่มทดลองที่สอนโดยใช้แบบฝึกการ

อภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน มีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่ากลุ่มที่สอนโดยการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

เมเยอร์ (Mayer. 1969 : 451-453) ได้ทำการสอนนักศึกษาด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะโดยการเชิญชวนให้คิด (Invitation to Inquiry) กับการสอนแบบธรรมดา (Simple Inquiry) ภายหลังการสอนปรากฏว่า กลุ่มที่สอนโดยวิธีสืบเสาะโดยการเชิญชวนให้คิด และกลุ่มที่สอนโดยวิธีธรรมดา ได้คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

แลดและแอนเดอร์สัน (Ladd and Anderson. 1970 : 390-400) ได้ศึกษาระดับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จากคำถามของครู เพื่อผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยใช้ครูที่มีระดับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สูงและต่ำ จำนวน 40 คน สอนนักเรียน 40 ห้องเรียน นักเรียนที่เรียนจากครูที่สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในระดับสูงมีผลสัมฤทธิ์ในการทำข้อสอบแบบสืบเสาะหาความรู้ในระดับต่ำได้มากกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยครูสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในระดับต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและได้ผลเช่นเดียวกันข้อสอบสืบเสาะหาความรู้ในระดับสูง และข้อสอบทั้งสองฉบับ

โคลีเบล (Kolebas. 1972 : 4443-A) ได้ทำการทดลองกับนักเรียนเกรด 3 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยวิธีสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ข้างต้น มีระดับผลสัมฤทธิ์ และความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

โอลารินอย (Olarinoye. 1978 : 4848-A) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลการสอน 3 แบบ คือ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้นำทาง (Guided Inquiry) การสอนปกติ (Traditional) และแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง (Inquiry Role Approach) ใช้วิชาฟิสิกส์ โดยให้กลุ่มควบคุมได้รับการสอนปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้นำแนวทาง และกลุ่มที่ 2 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกัน

เดวิส (Davis. 1976 : 4164-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการชี้แนะแนวทางในการค้นพบ (Guided Inquiry Discovery Approach) กับการสอนแบบครูบอกให้รู้ตามตำรา (Expository-text Approach) ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 103 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 51 คน ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบชี้แนะแนวทางในการค้นพบ กลุ่มควบคุม 52 คน ได้รับการสอนแบบครูบอกให้รู้ตามตำรา ผลการทดลองพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการวิจัยผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันและไม่แตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มว่าการสอนแบบนี้จะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น นอกจากนี้ ยังพบด้วยว่า มีงานวิจัยที่สนับสนุนเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าการสอนปกติ ดังนั้น จึงควรมีการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

บุญรัตน์ ศิริอาชากุล (2522 : 1-55) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในเขตการศึกษา 3 กลุ่มตัวอย่างประชากรที่ใช้การวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวนชั้นละ 713 คน จากโรงเรียน 3 โรงเรียน ซึ่งสุ่มจากโรงเรียนรัฐบาลสังกัดกรมสามัญศึกษาในเขตการศึกษา 3 ผลการวิจัยสรุปได้ว่ามีข้อค้นพบที่ปฏิเสธสมมติฐานของการวิจัยทั้ง 2 ข้อ คือ

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ต่ำกว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ต่ำกว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุพลี สุชินโรจน์ (2523 : 76) ได้ทำการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งเรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะที่มีคำแนะนำปฏิบัติการ และที่ไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการ พบว่า

1. ค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังเรียน ซึ่งปรับค่าแล้วเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยการทดสอบค่า เอฟ (F-test) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น .05 แสดงว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งเรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะที่มีคำแนะนำปฏิบัติการและที่ไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการมีความแตกต่างกัน

พภามาศ วรานุสันติกุล (2524 : 47-48) ได้ทำการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้ทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาขณะเรียน มีการทำงานร่วมกันเป็นหมู่คณะ

หอมนวล ใจชื่อ (2529 : 63-64) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และระหว่างครูกับนักเรียน พบว่า กลุ่มทดลองที่สอนโดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่สอนโดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมศรี เพชรขจร (2531 : 65) ได้ศึกษาผลการใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน กับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากงานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบอภิปรายจะเห็นว่า การสอนแบบนี้ช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็น ตัดสินใจ และร่วมกันแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้มาก ซึ่งมีแนวโน้มว่าน่าจะมี

ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ดีขึ้น

งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ภายในประเทศ

วรรณรักษ์ ชัยชาญกุล (2526 : 67-68) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบฝึกที่ให้เสรีในการตอบที่มีการประเมินกับไม่มีประเมินผล กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 30 คน ในการทดลองทั้งสองกลุ่มในแบบฝึกความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ชุดเดียวกัน โดยกลุ่มทดลองไม่มีการประเมินผล แต่กลุ่มควบคุมจะได้รับการประเมินผลทุกครั้งของการฝึกและบันทึกคะแนนไว้ หลังจากฝึกครบ 15 ครั้ง ทำการทดลองทั้งสองกลุ่มด้วยแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

ก่อศักดิ์ ศรีน้อย (2527 : 79) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน และขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษพบว่า กลุ่มที่สอนโดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่สอนโดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศิริอร ไช้ภูรินทร์ (2527 : 50-52) ได้ศึกษารูปแบบการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกแบบระดมพลังสมองและแบบฝึกรายบุคคลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการศึกษพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

ประติษฐ์ สนั่นเอื้อ (2527 : 66) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผลมกับความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผลมกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

พรรณา หิมารัตน์ (2527 : 47-51) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ทำโครงงานวิทยาศาสตร์ อนุรักษ์วิทยาศาสตร์ และที่เรียนตามชุดการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 90 คน แบ่งเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 30 คน โดยกลุ่มที่ 1 ศึกษาชุดการเรียนรู้เพื่อนำไปสู่การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่ 2 ศึกษาชุดการเรียนรู้เพื่อนำไปสู่การทำอนุรักษ์ กลุ่มที่ 3 ศึกษาเฉพาะชุดการเรียนรู้ของกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ทำโครงงานและอนุรักษ์วิทยาศาสตร์ มีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่ากลุ่มที่ศึกษาจากชุดการเรียนรู้อย่างเดียว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ .05 ตามลำดับ

จุลจักร โพนันธุ์ (2529 : 57) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์รวมทั้ง 3 ด้าน อันประกอบด้วยความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กล่าวคือ นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ที่ใช้เกม มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์รวมทุกด้านสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ที่ใช้การอภิปราย

งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในต่างประเทศ

เรด (สวิมล ชอบทำกิจ. 2522 : 26 ; อ้างอิงมาจาก Reid. 1773) ได้ศึกษาผลการสอน 2 แบบ คือ การสอนโดยให้รายละเอียดโดยตรง (Direct Detailed) กับ การสอนแบบแนะนำให้เกิดการค้นพบด้วยตนเอง (Direct Discovery) ใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยการสอนแบบแนะนำให้เกิดการค้นพบด้วยตนเอง จะมีความสามารถเพิ่มขึ้นทั้งในทางความคล่องในการคิดความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดริเริ่ม โดยทำคะแนนได้ดีกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยให้รายละเอียดโดยตรง

พินิค (penick. 1976 : 307-314) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลของการสอน 2 แบบ ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนเกรด 5 แบบที่ 1 การสอนโดยให้นักเรียนเป็นผู้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง (Student Structured Learning in Science SSLS) และการสอน

โดยครูเป็นผู้ดำเนินกิจกรรมแก่นักเรียน (Teacher-Structured Learning in Science-TSLS) ผลปรากฏว่า กลุ่มที่สอนโดย SSLS และ TSLS ไม่มีความแตกต่างกันในเรื่องความคิดสร้างสรรค์ทางภาษา (Verbal Creativity) ส่วนในเรื่องความคิดสร้างสรรค์ทางด้านรูปภาพ (Figural Creativity) พบว่า กลุ่มที่สอนโดย SSLS มีคะแนนสูงกว่ากลุ่มที่สอนโดย TSLS อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บิลล์ (Bills. 1976 : 417-421) ได้ศึกษาพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์โดยใช้วิธีสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปเกรด 5 จำนวน 306 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 142 คน เป็นชาย 68 คน หญิง 74 คน กลุ่มควบคุม 191 คน เป็นชาย 95 คน เป็นหญิง 96 คน ใช้ครู 6 คน กลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มที่สติปัญญาสูง ปานกลาง ต่ำ โดยใช้คะแนนจากแบบทดสอบสติปัญญาของ Large Thorndike ทดสอบก่อนและหลังการสอนด้วยแบบทดสอบคิดสร้างสรรค์ ตัวแปรที่ควบคุม คือ เพศ I.Q. ผลการปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศ และวิธีการสอน ผลการวิจัยปรากฏว่านักเรียนหญิงจากกลุ่มทดลองมีความสำเร็จด้านความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดริเริ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และนักเรียนหญิงที่สติปัญญาสูงทำคะแนนด้วยความคล่องในการแสดงออก (Expressional Fluence) เป็นไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการศึกษางานวิจัยต่าง ๆ จะเห็นได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถที่สำคัญหนึ่งของมนุษย์ ที่สามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นได้ในตัวนักเรียน แต่ต้องอาศัยองค์ประกอบที่สำคัญหลายประการ อันได้แก่ ความเป็นอิสระในการเรียน สภาพแวดล้อมตัวนักเรียน และครูในด้านความเป็นอิสระในการเรียนนั้น นักเรียนจะต้องได้เรียนรู้ด้วยตนเอง ชักถามจากเพื่อน ๆ ต้องฝึกคิดบ่อย ๆ ซึ่งวิธีการฝึกคิดที่ได้ผลวิธีหนึ่งคือ การตั้งคำถาม แล้วหาคำตอบจากคำถามนั้นให้มากที่สุด เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ปัจจัยดังกล่าวเกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจศึกษาตัวแปรต่าง ๆ เหล่านี้

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้นวัตกรรมวิทยาศาสตร์ประกอบการสอนกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน

2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้นุสสาร
วิทยาศาสตร์ประกอบการสอนกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้นุสสาร
วิทยาศาสตร์ประกอบการสอน หลังสอนสูงกว่าก่อนสอน
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู
หลังสอนสูงกว่าก่อนสอน
5. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้นุสสาร
วิทยาศาสตร์ประกอบการสอน หลังสอนสูงกว่าก่อนสอน
6. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู
หลังสอนสูงกว่าก่อนสอน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนโพธิ์ทอง "จินดาภิเษก" อำเภอโพธิ์ทอง จังหวัดอ่างทอง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2537 จำนวน 7 ห้องเรียน นักเรียนทั้งหมด 315 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2537 โรงเรียนโพธิ์ทอง "จินดาภิเษก" อำเภอโพธิ์ทอง จังหวัดอ่างทอง จำนวน 60 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตามขั้นตอนดังนี้

1. สุ่ม 2 ห้อง จาก 7 ห้อง
2. สุ่มนักเรียน 30 คน จากแต่ละห้องโดยการสุ่มอย่างง่าย
3. สุ่มกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนโดยใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ประกอบการสอน
กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนตามคู่มือครู

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 102) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ตามหลักสูตรของสภามันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง "ระบบนิเวศ" ตามหัวข้อดังนี้

1. รอบ ๆ ตัวเรา
2. บทบาทของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ
3. ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
4. การปรับตัวของสิ่งมีชีวิต
5. การพัฒนาและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

เวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2537 สอนกลุ่มละ 15 คาบ คาบละ 50 นาที

แบบแผนการทดลอง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยดำเนินการวิจัยแบบ Randomized Control Group Pretest - Posttest Design (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 216) ซึ่งมีรูปแบบการวิจัย ดังนี้

ตาราง 1 แสดงแบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
RE	T_1	X	T_2
RC	T_1	-	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

- R แทน การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม
- C แทน กลุ่มควบคุม
- E แทน กลุ่มทดลอง
- T_1 แทน การทดสอบก่อนทดลอง
- T_2 แทน การทดสอบหลังการทดลอง
- X แทน การสอนโดยใช้อุสสารวิทยาศาสตร์ประกอบการสอน
- แทน การสอนตามคู่มือครู

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ประกอบด้วย

1. แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 บทที่ 6 เรื่อง ระบบนิเวศ มี 2 แบบคือ

- 1.1 แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุสสารวิทยาศาสตร์ประกอบการสอน
- 1.2 แผนการสอนตามคู่มือครู
2. อุสสารวิทยาศาสตร์ เรื่อง "ระบบนิเวศ"
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
4. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ

แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุสสารวิทยาศาสตร์ประกอบการสอน ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาจุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชาและขอบข่ายของเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์จากหนังสือหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น
2. ศึกษารายละเอียดและเนื้อหาที่จะนำมาสร้างแผนการสอนจากคู่มือครู และแบบเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ว 102 เรื่อง ระบบนิเวศ
3. วิเคราะห์จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม กิจกรรมการเรียนการสอน ความคิดต่อเนื่องและความคิดรวบยอดจากเนื้อหาวิชาเรื่องระบบนิเวศ
4. กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละเนื้อหา
5. สร้างแผนการสอน จำนวน 15 คาบ ประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้
 - 5.1 ความคิดรวบยอด
 - 5.2 จุดประสงค์ ได้แก่
 - 5.2.1 จุดประสงค์การเรียนรู้
 - 5.2.2 จุดประสงค์ของกิจกรรม

5.3 กิจกรรมการเรียนการสอน ดำเนินการดังนี้

5.3.1 ขั้นอภิปรายก่อนทำกิจกรรม

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายปัญหาจากสถานการณ์ในอนุสารวิทยาศาสตร์

5.3.2 ขั้นปฏิบัติกิจกรรม

ครูแนะนำการใช้อนุสารวิทยาศาสตร์ นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมที่กำหนด
ในอนุสารวิทยาศาสตร์

5.3.3 ขั้นอภิปรายหลังทำกิจกรรม

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปผลการทำกิจกรรมจากอนุสาร
วิทยาศาสตร์

อนุสารวิทยาศาสตร์ ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชาและขอบเขตของเนื้อหา
วิชาวิทยาศาสตร์ จากหนังสือหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.
2533) เพื่อเป็นแนวในการกำหนดขั้นตอนในการจัดทำอนุสารวิทยาศาสตร์

2. ศึกษาเนื้อหา เรื่อง ระบบนิเวศ จากหนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ ว 102 และ
คู่มือครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 2 เพื่อกำหนดความคิดรวบยอด จุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์ของ
กิจกรรม และเนื้อหาลงในอนุสารวิทยาศาสตร์

3. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้และการจัดทำสื่อสิ่งพิมพ์เพื่อเป็น
แนวทางในการลำดับรูปแบบและขั้นตอนของอนุสารวิทยาศาสตร์

4. ศึกษาขอบข่ายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตลอดจนธรรมชาติวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อเป็น
แนวทางการจัดกิจกรรมในอนุสารวิทยาศาสตร์

5. สร้างอนุสารวิทยาศาสตร์จำนวน 10 ฉบับ

6. นำอนุสารวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ 4 ท่าน ตรวจสอบเกี่ยวกับความ
เที่ยงตรงของเนื้อหา ความเหมาะสมทางภาษาและกิจกรรมในอนุสารวิทยาศาสตร์

7. นำอนุสารวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองกับนักเรียนกลุ่มเล็ก จำนวน 5 คน พบว่า คำสั่งในบางกิจกรรมไม่ชัดเจน ผู้วิจัยจึงได้ปรับแก้ข้อความให้ชัดเจน

8. ทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน พบว่า ภาพบางภาพในบางฉบับไม่สื่อความหมาย ตารางและแบบบันทึกมีเนื้อที่ให้นักเรียนเขียนน้อยเกินไป ได้แก้ไขโดยให้นักเรียนเขียนลงในสมุดเพิ่มเติมแยกต่างหากจากฉบับอนุสารวิทยาศาสตร์และเวลาในการทำกิจกรรมในอนุสารวิทยาศาสตร์ไม่ได้กำหนดไว้ ทำให้นักเรียนสับสนได้แก้ไขโดยเขียนกำหนดเวลาแต่ละกิจกรรมในคู่มือครูให้ครูอธิบายและชี้แจง เวลาและอธิบายภาพก่อนทำกิจกรรมทุกครั้ง

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลประเมินผลและการสร้างข้อสอบวิทยาศาสตร์
2. ศึกษาจุดประสงค์และเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศจากหนังสือและคู่มือครู วิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 2 เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์ ทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. สร้างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ตาม อัตราส่วนที่กำหนดในตารางวิเคราะห์จำนวน 80 ข้อ
4. นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ลักษณะการใช้คำถามการใช้ ตัวเลือกเพื่อแก้ไขปรับปรุง
5. นำแบบทดสอบที่แก้ไขแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียน โคกกระเทียมวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี จำนวน 80 คน
6. วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ หาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก โดยใช้เทคนิค 27 % ของ จุง เท ฟาน (CHUNG TEH FAN) เลือกข้อที่มีความยากง่ายตั้งแต่ .20 - .80 และมีอำนาจจำแนกตั้งแต่ .2 ขึ้นไปไว้จำนวน 50 ข้อ

7. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้แล้วทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนโคกกระเทียม อำเภอมือง จังหวัดลพบุรี จำนวน 50 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 Kuder Richardson-20 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 168) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.69

การสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและการใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
2. ศึกษารายละเอียดเนื้อหาที่จะนำมาสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จากคู่มือครู และแบบเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ว 101 และ ว 102) เพื่อกำหนดสภาพปัญหาและกิจกรรม.
3. ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แบบเขียนตอบที่สามารถวัดในด้านความคล่องในการคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มในรูปแบบ 3 คือ แบบประหลิดถึง แบบคิดถึง และแบบผลที่จะเกิดตามมา จำนวน 8 ข้อ
4. นำแบบทดสอบ ให้ผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ
5. นำแบบทดสอบไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนโคกกระเทียมวิทยาลัย อำเภอมือง จังหวัดลพบุรี จำนวน 5 คน แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องเกี่ยวกับรูปภาพและภาษาให้ชัดเจนขึ้น
6. นำแบบทดสอบที่แก้ไขแล้วไปสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนโคกกระเทียมวิทยาลัย อำเภอมือง จังหวัดลพบุรี จำนวน 50 คน
7. วิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ หาค่าอำนาจจำแนกโดยแบ่งเป็นกลุ่มที่ได้คะแนนสูง 25% เป็นกลุ่มสูงและกลุ่มที่ได้คะแนนต่ำออกมา 25% เป็นกลุ่มคะแนนต่ำ ใช้สถิติ t-test คัดเลือกข้อที่มีค่า t ตั้งแต่ 1.75 ขึ้นไป (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 185-185) และมีสถานการณ์ปัญหาที่เป็นตัวแทนของเนื้อหาได้ครอบคลุมทั้งเรื่อง ไว้จำนวน 3 ข้อ

8. เกณฑ์ในการให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ในแต่ละข้อให้คะแนน 3 ด้าน คือ

8.1 คะแนนความคล่องในการคิด พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปตามเงื่อนไขของคำถามโดยให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน

8.2 คะแนนความคิดยืดหยุ่น พิจารณาจากการจัดกลุ่มของคำตอบของนักเรียนแต่ละคน ตามวิธีคิดที่แตกต่างกันโดยให้คะแนนกลุ่มละ 1 คะแนน

8.3 คะแนนความคิดริเริ่ม พิจารณาจากความถี่ของนักเรียนทั้งหมดโดยใช้เกณฑ์

คำตอบมีความถี่เกิน 5 ได้คะแนน 0 คะแนน

คำตอบมีความถี่เป็น 5 ได้คะแนน 1 คะแนน

คำตอบมีความถี่เป็น 4 ได้คะแนน 2 คะแนน

คำตอบมีความถี่เป็น 3 ได้คะแนน 3 คะแนน

คำตอบมีความถี่เป็น 2 ได้คะแนน 4 คะแนน

คำตอบมีความถี่เป็น 1 ได้คะแนน 5 คะแนน

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละข้อหาได้จากผลรวมของคะแนนความคล่องในการคิดความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหาได้จากผลรวมของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทุกข้อ

9. นำข้อทดสอบที่คัดเลือกไว้จำนวน 3 ข้อไปทดสอบกับนักเรียนจำนวน 50 คน นำมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบัค (Cronback) (ลิวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 170-171) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.65

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ได้กำหนดขั้นตอนการดำเนินการทดลองไว้ดังนี้

1. ติดต่อประสานงานผู้บริหารโรงเรียน ครูผู้สอนเพื่อขอความร่วมมือในการทำวิจัย
2. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ตามที่กล่าวไว้ใน

เรื่องการสุ่มตัวอย่าง

3. แนะนำและทำความเข้าใจกับครูผู้สอนเกี่ยวกับวิธีสอนโดยใช้นุสารวิทยาศาสตร์ประกอบการสอน

4. ทดสอบกลุ่มตัวอย่างก่อนการทดลองด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นนำผลการสอบมาตรวจให้คะแนน

5. ดำเนินการสอนทั้งสองกลุ่มในเนื้อหาเดียวกันเรื่องระบบนิเวศ ระยะเวลาสอนเท่ากัน คือ 15 คาบ คาบละ 50 นาที โดย

กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนโดยใช้นุสารวิทยาศาสตร์ประกอบการสอน

กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนตามคู่มือครู

6. เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ทดสอบกลุ่มตัวอย่าง (Post-test) ด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

7. ตรวจสอบผลการทดสอบ นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t -test (Difference Score) ในรูปผลต่างของคะแนนก่อนและหลังการทดลอง

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการทดลองโดยใช้ t -test แบบ Dependent

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ย $\bar{x}$ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 59)

1.2 หาค่าแปรปรวนของคะแนน s^2 คำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 62)

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบเครื่องมือ

2.1 หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ (Item Analysis) ใช้เทคนิค 27 % ของ จุง เทห์ ฟาน (CHUNG TEH FAN)

2.2 หาค่าความเที่ยงตรงของเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (เบญเชิด ภิญญอนันตพงษ์. 2526 : 89-91)

2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์โดยคำนวณจากสูตร KR-20 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2528 : 168)

2.4 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การทดสอบแบบที

2.5 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยวิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) โดยใช้สูตรของ ครอนบัค (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 170-171)

3. สถิติที่ใช้ตรวจสอบสมมติฐาน

3.1 ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 1 และ 2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test (Difference Score) ในรูปผลต่างของคะแนนก่อนและหลังการทดลอง

3.2 ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 3, 4, 5 และ 6 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนสอนและหลังสอน โดยใช้ t-test แบบ Dependent

บทที่ 4
การวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการอ่านผลการวิจัย ผู้วิจัยจึงกำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

N	แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน คะแนนเฉลี่ย
$\bar{X}_1$	แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนการทดลอง
$\bar{X}_2$	แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังการทดลอง
MD	แทน ค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนก่อนและหลังการทดลอง
t	แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t -distribution
$S_{MD} = MD$	แทน ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างระหว่างการทดลอง หลังการทดลองกับก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
ΣD	แทน ผลรวมของคะแนนความแตกต่างระหว่างก่อนและหลังการทดลอง
ΣD^2	แทน ผลรวมของกำลังสองของผลต่างของคะแนนก่อนและหลังการทดลอง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยเสนอการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้อุสสารวิทยาศาสตร์ประกอบการสอนกับการสอนตามคู่มือครู
ผู้วิจัยได้นำค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการทดลองของทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบกับโดยใช้วิธีการทางสถิติ t -test แบบ Independent ในรูป Difference Score ได้ผลดังแสดงตาราง 2

ตาราง 2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	$S_{MD} - MD$	t
กลุ่มทดลอง	30	25.63	31.17	4.13	2.66	-0.59
กลุ่มควบคุม	30	25.40	30.90	5.70		

$$t (.05, 29) = 2.045$$

จากตาราง 2 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้อุสสารวิทยาศาสตร์ประกอบการสอนกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้อุสสารวิทยาศาสตร์ประกอบการสอนกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

2. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้
อนุสารวิทยาศาสตร์ประกอบการสอนกับการสอนตามคู่มือครู

ผู้วิจัยได้นำค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนระหว่างก่อนกับหลังการทดลองของทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบกัน โดยใช้วิธีการทางสถิติ
t-test แบบ Independent ในรูป Difference Score ได้ผลดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลอง
กับกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	$S_{MD} - MD$	t
กลุ่มทดลอง	30	41.06	61.00	17.5	1.94	6.05**
กลุ่มควบคุม	30	24.20	30.06	5.76		

$$t(.01, 29) = 2.756$$

จากตาราง 3 แสดงว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน
โดยใช้ อนุสารวิทยาศาสตร์ประกอบการสอนกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ที่ระดับ .01 นั่นคือนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ อนุสารวิทยาศาสตร์ประกอบการสอนกับนักเรียนที่
ได้รับการสอนตามคู่มือครูมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน
ข้อที่ 2

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังสอนกับก่อนสอนของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้นุสสารวิทยาศาสตร์ประกอบการสอน

ผู้วิจัยได้นำคะแนนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลองเปรียบเทียบกับกันโดยใช้วิธีการทางสถิติ t -test แบบ Dependent ได้ผลดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังและก่อนการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	N	(ΣD)	(ΣD) ²	t
กลุ่มทดลอง	30	124	1722	3.35**

$$t_{(01,29)} = 2.756$$

จากตาราง 4 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังและก่อนการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้นุสสารวิทยาศาสตร์ประกอบการสอนหลังสอนสูงกว่าก่อนสอน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

4. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังสอนกับก่อนสอนของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

ผู้วิจัยได้นำคะแนนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุมมาเปรียบเทียบกันโดยใช้วิธีการทางสถิติ t -test แบบ Dependent ได้ผลดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หลังและก่อนการทดลองของนักเรียนกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	(ΣD)	(ΣD) ²	t
กลุ่มควบคุม	30	141	1845	4.03 **

$$t_{(.01, 29)} = 2.756$$

จากตาราง 5 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุม หลังและก่อนการทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู หลังสอนสูงกว่าก่อนสอน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4

5. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังสอนกับก่อนสอนของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้นวัตกรรมวิทยาศาสตร์ประกอบการสอน

ผู้วิจัยได้นำคะแนนของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลองเปรียบเทียบกับกันโดยใช้วิธีการทางสถิติ t -test แบบ Dependent ได้ผลดังตาราง 6

ตาราง 6 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังและก่อนการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	N	(ΣD)	(ΣD) ²	t
กลุ่มทดลอง	30	1830	16938	5.86**

$$t_{(.01, 29)} = 2.756$$

จากตาราง 6 แสดงว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังและก่อนการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้นวัตกรรมวิทยาศาสตร์ประกอบการสอน หลังสอนสูงกว่าก่อนสอน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 5

6. เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังสอนกับก่อนสอนของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

ผู้วิจัยได้นำคะแนนของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม เปรียบเทียบกันโดยใช้วิธีการทางสถิติ t -test แบบ Dependent ได้ผล ดังตาราง 7

ตาราง 7 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หลังและก่อนการทดลองของนักเรียนกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	(ΣD)	(ΣD) ²	t
กลุ่มควบคุม	30	173	3547	3.37**

$$t_{(.01, 29)} = 2.756$$

จากตาราง 7 แสดงว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุม หลังและก่อนการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู หลังสอนสูงกว่าก่อนสอน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 6

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ต้องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้นวัตกรรมวิทยาศาสตร์ประกอบการสอนและการสอนตามคู่มือครู ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้และผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้นวัตกรรมวิทยาศาสตร์ประกอบการสอนกับการสอนตามคู่มือครู
2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้นวัตกรรมวิทยาศาสตร์ประกอบการสอนกับการสอนตามคู่มือครู
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนสอนและหลังสอนของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้นวัตกรรมวิทยาศาสตร์ประกอบการสอน
4. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนสอนและหลังสอนของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู
5. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนสอนและหลังสอนของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้นวัตกรรมวิทยาศาสตร์ประกอบการสอน
6. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนสอนและหลังสอนของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้นวัตกรรมวิทยาศาสตร์ประกอบการสอนกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน
2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้นวัตกรรมวิทยาศาสตร์ประกอบการสอนกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้อุสสาร
วิทยาศาสตร์ประกอบการสอน หลังสอนสูงกว่าก่อนสอน

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู
หลังสอนสูงกว่าก่อนสอน

5. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้อุสสาร
วิทยาศาสตร์ประกอบการสอน หลังสอนสูงกว่าก่อนสอน

6. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู
หลังสอนสูงกว่าก่อนสอน

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียน
โพธิ์ทอง "จินตามณี" อำเภอโพธิ์ทอง จังหวัดอ่างทอง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2537
จำนวน 60 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

2.1 แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุสสารวิทยาศาสตร์

2.2 อนุสารวิทยาศาสตร์

2.3 แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ตามคู่มือครู

2.4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศ ที่
ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.69

2.5 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ข้อ มีค่า
ความเชื่อมั่น 0.65

3. วิธีดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

หลังจากได้เลือกกลุ่มตัวอย่างแล้ว ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามขั้นตอนดังนี้

3.1 ทดสอบก่อนเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

3.2 ดำเนินการสอนโดยมอบให้นางสุนทรี วัฒนพันธุ์ อาจารย์ประจำวิชาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนโพธิ์ทอง “จินตมณี” เป็นผู้สอนทั้งสองกลุ่มใช้เวลากลุ่มละ 15 คาบ คาบละ 50 นาที

3.2.1 กลุ่มทดลองสอนโดยใช้ออนุสารวิทยาศาสตร์ประกอบการสอน

3.2.2 กลุ่มควบคุมสอนตามคู่มือครู

3.3 ทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนทั้งสองกลุ่มโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

3.4 นำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนน แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

1. หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างการทดสอบก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียน

2. หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ผลต่างของคะแนนทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างการทดสอบก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียน

3. หาค่าสถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน คือ

3.1 ทดสอบสมมติฐานข้อ 1 และ 2 โดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test แบบ Independent ในรูป Difference Score (Scott. 1962 : 264)

3.2 ทดสอบสมมติฐานข้อ 3, 4, 5 และ 6 โดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test แบบ Dependent (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 : 87)

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ออนุสารวิทยาศาสตร์ประกอบการสอนกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้อุสสารวิทยาศาสตร์ประกอบการสอนกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังสอนโดยใช้อุสสารวิทยาศาสตร์ประกอบการสอนสูงกว่าก่อนสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังสอนตามคู่มือครู สูงกว่าก่อนสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังสอนโดยใช้อุสสารวิทยาศาสตร์ประกอบการสอนสูงกว่าก่อนสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

6. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังสอนตามคู่มือครู สูงกว่าก่อนสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้อุสสารวิทยาศาสตร์ประกอบการสอนและการสอนตามคู่มือครู ได้ผลการวิจัยและการอภิปรายผลดังนี้

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้อุสสารวิทยาศาสตร์ประกอบการสอนและการสอนตามคู่มือครู ไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ การที่ผลการเปรียบเทียบเป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะเหตุผลต่อไปนี้

ประการแรก กิจกรรมการเรียนการสอนทั้งสองกลุ่มเป็นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่แบ่งกิจกรรมเป็น 3 ขั้นตอน คือ ขั้นการอภิปรายก่อนทำกิจกรรม ขั้นปฏิบัติกิจกรรม และขั้นอภิปรายหลังทำกิจกรรม ซึ่งในการเรียนนี้จะมีกิจกรรมให้นักเรียนได้สังเกต ได้ออกแบบการทดลอง และได้ลงมือปฏิบัติ เป็นการฝึกใช้ทักษะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นผลให้นักเรียนทั้งสองกลุ่มเกิดพฤติกรรมที่กำหนดไว้ในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่นำมาวัดได้ จึงทำให้ผลการทดสอบของทั้งสองกลุ่ม

ไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชาวนี้อ์ อะฮะวงค์ (2526 : 56) ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบเรียนสำเร็จรูปชนิดสื่อผสมและครูฝึก โดยมีแผนการฝึกและลำดับขั้นตอนการฝึกที่เหมือนกัน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน และสอดคล้องกับอุษา คำประกอบ (อุษา คำประกอบ. 2530 : 97) ได้ศึกษาเปรียบเทียบนักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน และตรงกับผลของการศึกษาของชูชีพ อ่อนโคกสูง (ชูชีพ อ่อนโคกสูง. 2524 : 15-29) ซึ่งได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้ชุดการเรียนในประเทศไทยตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2515-2523 สรุปได้ว่า ชุดการเรียนนั้นสามารถนำไปใช้สอนแทนการสอนปกติได้

ประการที่สอง การเรียนรู้การสอนที่จัดให้กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมุ่งเน้นให้นักเรียนฝึกใช้ความคิดในการเรียนรู้ ซึ่งผลขั้นสุดท้ายจะทำให้เกิดนักเรียนเกิดความเข้าใจในสิ่งที่เรียนรู้ กล่าวคือ กลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่จัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทางเมื่อเริ่มเรียน เพื่อให้นักเรียนเห็นลักษณะปัญหาต่าง ๆ รวมทั้งการตั้งสมมติฐานออกแบบการทดลองที่เหมาะสมเพื่อให้ได้คำตอบจากการทดลองหรือจากการทำกิจกรรม นักเรียนจะต้องฝึกทักษะการสังเกต การออกแบบ การพยากรณ์ นอกจากนั้นจะต้องสามารถปฏิบัติตามกิจกรรมที่ออกแบบได้ สำหรับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะเป็นผู้ใช้คำถามในการอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาจากสถานการณ์ร่วมกับนักเรียน เพื่อฝึกกระบวนการรวมถึงการตั้งสมมติฐานที่เหมาะสม เพื่อนำไปสู่การทำกิจกรรมและหาคำตอบโดยที่นักเรียนจะได้รับการฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในขณะเดียวกันก็จะเกิดความรู้ความเข้าใจในสิ่งที่เรียน ซึ่งคณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย (2525 : 58-84) กล่าวว่า วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ประกอบด้วยความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ ถ้านักเรียนได้รับการพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาดีแล้ว ในส่วนที่เป็นตัวความรู้ก็จะพัฒนาไปด้วย ดังนั้นจะเห็นได้ว่า วิธีสอนทั้งสองแบบต่างก็มีประสิทธิภาพพอ ๆ กัน

ประการที่สาม อนุสารวิทยาศาสตร์ในการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยทำขึ้นมีรูปแบบเป็นแผ่นพับจึงมีข้อจำกัดในการนำเสนอเนื้อหา คำชี้แจงสำหรับผู้เรียน คำสั่งในการ

ปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนซึ่งนักเรียนกลุ่มทดลองที่ต้องทำกิจกรรมด้วยตนเองและต้องอาศัยความเข้าใจในการอ่านจากอนุสารวิทยาศาสตร์เป็นหลักสำคัญ ดังนั้นถ้า คำสั่ง คำแนะนำ คำชี้แจงในการทำกิจกรรมไม่ชัดเจนหรือไม่สัมพันธ์ต่อเนื่องกันก็ไม่สามารถสื่อสารถ่ายทอดความรู้แก่นักเรียนเพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ได้ จากเหตุผลดังกล่าวจึงเป็นที่สนับสนุนผลการทดลองที่พบว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้อनुสารวิทยาศาสตร์ประกอบการสอนและการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ การที่ผลการศึกษาเป็นเช่นนั้นเพราะเหตุผลดังต่อไปนี้

ประการแรก การสอนโดยใช้อनुสารวิทยาศาสตร์ประกอบการสอนเป็นการจัดกิจกรรมการฝึกการสังเกต ฝึกการจำแนกโดยใช้ประสาทสัมผัสทางตาโดยใช้รูปแบบแปลก ๆ ใหม่ ๆ จูงใจให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นที่จะใช้ประสาทสัมผัสทางตาและเกิดการคิดตอบสนองอยู่ประจำ ซึ่งเป็นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อันเป็นการส่งผลให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ในด้านต่าง ๆ สอดคล้องกับ บรรจงลักษณ์ แจ่มพุ่ม (2533 : 98) ได้ศึกษาโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขึ้นบรรณาการนักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่าการสอนตามคู่มือครู และสอดคล้องกับ ชวรัชย์ เขียนประสิทธิ์ (2528 : 56) ได้ศึกษาโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่าการสอนตามคู่มือครู ซึ่งตรงกับการศึกษาของ ยูเซฟ (เพยาว์ ทักษิณ. 2523 : 23 ; อ้างอิงมาจาก Yoosef n.d.) ที่พบว่า การจูงใจโดยวิธีต่าง ๆ กระตุ้นให้นักเรียนพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ดีกว่าวิธีอื่น ๆ การจัดกิจกรรมฝึกการสังเกต ฝึกการจำแนกประเภท ฝึกการออกแบบ และการได้ปฏิบัติจริงเป็นแนวทางที่ช่วยให้นักเรียนได้รับผลสำเร็จในการเรียนสามารถนำไปคิดประสมติดต่อกันได้ ก็เป็นการจูงใจอย่างหนึ่งที่ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ ดังที่ สมิต (อารีย์ รังสินนท์. 2526 : 114 ; อ้างอิงมาจาก Smith. 1971) กล่าวว่า การมีกิจกรรมช่วยให้นักเรียนประสบผลสำเร็จและการฝึกคิดบ่อย ๆ จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ได้

ประการที่สอง การใช้ข้อสารวิทยาศาสตร์ประกอบการสอน ได้จัดกิจกรรมให้นักเรียน มีสถานการณ์ที่เป็นภาพประกอบคำบรรยาย เป็นสถานการณ์ยั่วให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ปฏิบัติตามที่นักเรียนคิดอย่างมีอิสระในการคิด ทำให้เกิดความกระตือรือร้นในการคิด และกระทำดังที่ สมจิต สวชนไพบูลย์ (2527 : 30) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ที่จัดสถานการณ์ยั่วให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหา เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนแสดงออกในกิจกรรมจะเป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

ประการที่สาม การสอนโดยข้อสารวิทยาศาสตร์ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ด้วยการกระทำ เช่นการฝึกให้เด็กเป็นนักสังเกต นักออกแบบ นักปฏิบัติ และนักคิดสร้างสรรค์ ขณะทำกิจกรรมข้อสารวิทยาศาสตร์จะกระตุ้นให้นักเรียนตอบสนองต่อกิจกรรมโดยวิธีการต่าง ๆ เช่น การให้นักเรียนจำแนก แยกแยะข้อมูลด้วยตนเอง การแสดงออกด้วยการวาดภาพและบรรยายสิ่งอย่างอิสระซึ่งกิจกรรมดังกล่าวสามารถส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้ ดังแนวคิดของ วราภรณ์ รักวิชัย (2522 : 34-33) และอารี รังสินนท์ (2528 : 63) ที่กล่าวว่าวิธีสอน - ที่สามารถส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ให้กับเด็กนั้นจะต้องฝึกเด็กเป็นคนช่างคิด ช่างถาม ช่างสังเกต ในลักษณะที่แปลก ๆ

จากเหตุผลที่กล่าวมาทั้งสามประการนี้ เป็นการสนับสนุนข้อค้นพบที่ว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยข้อสารวิทยาศาสตร์ประกอบการสอน จะเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิด ความคิดริเริ่มและมีคะแนนเฉลี่ยมากกว่าการสอนตามคู่มือครู ในทุก ๆ ด้านซึ่งแสดงในตารางที่ 12 ในภาคผนวก

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาค้นคว้า ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ควรมีการนำข้อสารวิทยาศาสตร์ไปประกอบการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ นักเรียนได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีขั้นตอนที่แน่นอนเป็นการเพิ่มพูนความรู้ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดทักษะทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

1.2 อนุสารวิทยาศาสตร์มีกิจกรรมให้นักเรียนได้ปฏิบัติ 4 กิจกรรมคือ นักสังเกต นักออกแบบ นักปฏิบัติ และนักคิดสร้างสรรค์ ซึ่งไม่ได้กำหนดเวลาของแต่ละกิจกรรมไว้ ทำให้นักเรียนใช้เวลาของกิจกรรมตามอิสระอาจทำให้ผลที่ต้องการฝึกทักษะบางทักษะไม่เกิด ทั้งนี้เพราะนักเรียนบางคนใช้เวลากับกิจกรรมบางกิจกรรมมาก และใช้เวลากับบางกิจกรรมน้อย จากการทดลอง พบว่า ควรจำกัดเวลาของนักสังเกต และนักคิดสร้างสรรค์ ส่วนนักออกแบบและนักปฏิบัติ ควรจะต้องใช้เวลามากกว่า 2 กิจกรรมแรก

1.3 ควรมีการจัดทำอนุสารวิทยาศาสตร์ประกอบการสอนให้เหมาะสมกับการเรียนการสอน เพื่อให้ให้นักเรียนได้ฝึกทักษะทางวิทยาศาสตร์อย่างมีขั้นตอนที่แน่นอน แต่เนื่องจากอนุสารวิทยาศาสตร์มีข้อจำกัดในด้านจำนวนหน้าใน 1 ฉบับมีเพียง 5 หน้าเล็ก ๆ พับไปมาเท่านั้น จึงมีผลให้ข้อความ ขนาดของภาพ ตาราง หรือแบบบันทึกผลมีขนาดจำกัดตามไปด้วย ดังนั้นถ้ามีการจัดทำอนุสารวิทยาศาสตร์ อาจทำเป็นรูปเล่มขนาดเล็กกระทัดรัด หรือถ้าทำในรูปแผ่นพับอาจใช้กระดาษที่มีความกว้างและยาวมากกว่าเดิม

2. ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัย

2.1 ควรมีการศึกษามผลการสอนโดยใช้อนุสารวิทยาศาสตร์ประกอบการสอนกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2-3

2.2 ควรมีการศึกษามผลการสอนโดยใช้อนุสารวิทยาศาสตร์ประกอบการสอนกับตัวแปรต่าง ๆ เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความคงทนในการเรียนรู้

မဏ္ဍိက

บรรณานุกรม

ก่อศักดิ์ ศรีน้อย. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยให้คำถามเน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ใช้
พื้นฐานขั้นบูรณาการ. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.

กันยารัตน์ ฤทธิ์บำรุง. การศึกษามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาารวมกันทั้งห้องเป็นกลุ่มย่อย และแก้ปัญหา
เป็นงานบุคคล. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2531. อัดสำเนา.

กิ่งฟ้า ลินธวงศ์ และคนอื่น ๆ. รายงานการวิจัยเรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา. ขอนแก่น : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, -
2525.

ไชศรี อารณรัตน์ และเบญจวรรณ กองศิริ. "การสอนแบบวิทยาการสืบเสาะแสวงหาความรู้."
ข่าว สลวท. 9(4) : 5-7 ; กรกฎาคม 2524.

จริยา สุจารีกุล. "การศึกษามรรถภาพการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของครู," สถาบัน
ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ : ม.ป.ท., 2521.

✓ จุลจักร โนนันธุ์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์และมนุษยสัมพันธ์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการบวนการกลุ่มสัมพันธ์ที่ใช้
เกมกับวิธีการกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ที่ใช้การอภิปราย. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

ฉวีวรรณ กินาวงศ์. หลักการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อเสริมสร้างประสบการณ์. นิตยโลก :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ นิตยโลก, 2527

ชาญชัย ลวติรังสิมา และเชิดวิทย์ ฤทธิประศาสน์. การพัฒนาบุคคล. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
รามคำแหง, 2523.

- เชาวนิษฐ์ อยะวงค์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้าน
แบบเรียนสำเร็จรูปและด้วยครูฝึกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินิพนธ์
กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526. อัดสำเนา.
ถนอมจิตต์ เสนมา. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 4 ซึ่งเรียนด้วยเทคนิคการสอนแบบสืบสวนแบบจัดกิจกรรมอภิปรายระหว่างครูกับ
นักเรียนและระหว่างนักเรียนด้วยกัน. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, 2525. อัดสำเนา.
- ✓ทัศนีย์ บุญเต็ม. "ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์," วิทยาศาสตร์. 27(1) ; มกราคม
2521.
- ธวัชชัย เขียนประสิทธิ์. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนตามคู่มือครูและชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง.
ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528.
อัดสำเนา.
- ✓ณมล สุทาคม. อิทธิพลของการสอนโดยใช้การทดลองแบบกำหนดแนวทางกับการสอนแบบไม่กำหนด
แนวทางต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.
วิทยานิพนธ์ คศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2522. อัดสำเนา.
- นิดา สะเนียรชัย. "วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อปวงชน," 12 ปี ของการพัฒนาการด้าน
การศึกษาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชวนพิมพ์, 2527.
- นิตยา กิจโร. การศึกษาผลการฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียนในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อัดสำเนา.
- ✓นิพนธ์ จิตต์ภักดี. "การสอนแบบสร้างสรรค์," ประชาศึกษา. 37 : 19-21 ; มิถุนายน 2523.
- ✓บันลือ ทองอยู่. "ความคิดสร้างสรรค์," มิตรครู. 20(7) : 15-18 ; เมษายน 2521.
- บุญรัตน์ ศิริอาชากุล. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่าง มศ. 1
กับ ม. 1 เขตการศึกษา 3. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
2522. อัดสำเนา.

✓ ประดิษฐ์ สนั่นเอื้อ. ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผลสมและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดกาฬสินธุ์.

วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2527. อัดสำเนา.

ประทุม ทองนุ. การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตร พ.ศ. 2503 กับหลักสูตรสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรุงเทพฯ. วิทยานิพนธ์ ศ.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522. อัดสำเนา.

ประวิตร ชุติลป์. "หลังการประเมินผลวิทยาศาสตร์แผนใหม่," เอกสารการนิเทศการศึกษา ฉบับที่ 233. ภาคพัฒนาตำราและเอกสารหน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู, 2524. อัดสำเนา.

ปราโมทย์ แก้วสุข. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแนวความคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

พกามาศ วรานันต์กุล. ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามการประเมินผลของครู. วิทยานิพนธ์ ศ.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524. อัดสำเนา.

ฝึกหัดครู, กรม. "คำนำ" บทบาทการฝึกหัดครูไทยกับการรับใช้มวลชนในรอบ 100 ปี. กรุงเทพฯ : กรมการฝึกหัดครู กระทรวงศึกษาธิการ, 2535.

ฝึกหัดครู, กรม. หน่วยศึกษานิเทศก์. รายงานและวิจัยเรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา. ขอนแก่น : ม.ป.ป.

พรรณา หิมารัตน์. การศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมชุมนุมวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ทำโครงการวิทยาศาสตร์ และที่เรียนตามชุดการเรียน. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.

- ✓ พรรณี ภาวภูตานนท์. ความสัมพันธ์และแบบแผนความสัมพันธ์ระหว่างการับรู้การเรียนรู้การสอบ
วิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2528. อัดสำเนา.
- ✓ ไพเยาว์ ทักสิน. การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางภาษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
โดยใช้แบบฝึกการเขียนอย่างสร้างสรรค์ที่นักเรียนเขียนได้อย่างอิสระกับครูเป็นผู้กำหนด
เนื้อเรื่อง. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2523. อัดสำเนา.
- รุจิ ไรจน์ประศาสน์. ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะคิดทางวิทยา
ศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 3 เขตการศึกษา 2. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
2523. อัดสำเนา.
- ฤดี ประสงค์ศักดิ์. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้แบบฝึกการมองเห็นปัญหากับการสอนโดยการ
อภิปรายปัญหาตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.
- ล้วน สาอยศ และอังคณา สาอยศ. หลักการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : บริษัทศึกษาพร
จำกัด, 2531.
- วรรณดี วรรณศิลป์. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบฝึกที่ให้เสรีภาพในการหาคำตอบที่มีการประเมินผลกับไม่มี
การประเมินผล. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2522. อัดสำเนา.
- ✓ วรรณรักษ์ ชัยชากุล. การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยม
ศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบฝึกที่ให้เสรีภาพในการหาคำตอบที่มีการประเมินกับไม่มีการ
ประเมินผล. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2526. อัดสำเนา.

วินัย เทียมเมือง. ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ชั้นบูรณาการที่มีต่อการคิดอย่างมีเหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญาพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

วิชาการ, กรม. ความคิดสร้างสรรค์หลักการทฤษฎีการเรียนการสอน การวัดผลประเมินผล.
กรุงเทพฯ : ครูสภา, 2534.

ศศิธร สุทธิแพทย์. แบบฝึกหัดสำหรับสอนเรื่องวลี ในภาษาไทยระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพการศึกษา.
วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518. อัดสำเนา.

✓ คีรอร ไข่มุกพันธ์. การศึกษารูปแบบการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยมีการฝึกระดับพลังสมอง
และแบบฝึกการแยกบุคคล. ปรินญาพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521. กรุงเทพฯ : ครูสภา,

2521.

สามัญศึกษา, กรม ศึกษานิเทศก์. "การศึกษามูลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา," วารสารการวิจัยทางการ
ศึกษา. 1 : 21 - 27 ; 2526.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.
กรุงเทพฯ : 2526.

_____. เอกสารอบรมครูวิทยาศาสตร์ทั่วไป ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. 2517.

สมจิต สมัตถพันธ์. "ครูจะสอนแบบอภิปรายเพื่อพัฒนากระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ได้
อย่างไร," เอกสารการอบรมครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. 2519.
(เอกสารโรเนียว)

✓ _____. "สอนอย่างไรจึงจะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน," ครู. 4(3) :
61-63 ; ธันวาคม 2522.

สมจิต สวณโพบูลย์. วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถมศึกษา. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, ม.ป.ป. อัดสำเนา.

_____. การพัฒนาการสอนของครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526.

_____. การพัฒนาการสอนของครูวิทยาศาสตร์. 2526. อัดสำเนา.

✓ _____. สมรรถภาพของครู : การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ :
ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2527.

สมสมัย สมทรัพย์. การทดลองสอนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหา
ความรู้ที่เน้นคำถามต่างกัน. วิทยานิพนธ์ คศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

สมสุข อีระนิจิต. "การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนและแบบค้นพบ." เอกสารวิชาการ
การสอนวิทยาศาสตร์ หน้าที่ 11-15. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, กรุงเทพฯ :
ยูไนเต็ดโปรดักชั่น, 2526.

✓ สวัสดิ์ ประทุมราช. แนวคิดเชิงทฤษฎี การวิจัย การวัด และประเมินผล. ม.ป.ท., 2531.

สรุพลี สุนโรจน์. การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งเรียน
ด้วยการสอนแบบสืบสวน ที่มีคำแนะนำปฏิบัติการ และไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการ.
วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2523. อัดสำเนา.

✓ สรศักดิ์ หลาบมาลา. "มิติการเรียนรู้," สารพัฒนาหลักสูตร. 99 : 9-13 ; มิถุนายน 2533.

✓ สุมาลี กาญจนชาติ. ศึกษาพัฒนาการทางความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
อายุ 11-15 ปี ในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ คศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2525. อัดสำเนา.

สุวัฒน์ นิยมคำ. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2517.

_____. ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่ม 2.
กรุงเทพฯ : เจเนอรัลบุ๊กส์เซนเตอร์ จำกัด, 2531.

✓ สวิมล ขอบทำกิจ. ความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.

วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522. อัดสำเนา.

เสริมศรี เลวตรมร และสาลิ้งามศิริ. "การวิเคราะห์สื่อนแบบ Inquiry." ครุศาสตร์นิตย
พิเศษ. 68-79 กรกฎาคม - สิงหาคม 2521.

หอมวล ใจชื่อ. การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและระหว่างครูกับนักเรียน. ✓ วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.

✓ อนันต์ จันทรทวี. ผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์และทัศนคติของนักเรียนชั้น มศ. 2 และ ม. 2. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.

_____. "โครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีปรีชาญาณทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี."
วิทยาการ. 7(2) : 10 ; พฤษภาคม - สิงหาคม 2525.

✓ อารี รังสินนท์. รวมบทความการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527.

✓ อารี สัมหลวี. "วิชาสอนแบบสร้างสรรค์," ชมทางวิชาการ. กรุงเทพฯ : กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2510.

อำนวย รุ่งรัศมี. การสอนวิทยาศาสตร์แบบก้าวหน้า. มหาสารคาม : คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2525.

อุบลพงษ์ วัฒนเสวี. "เทคนิคการใช้คำถามเพื่อพัฒนาความคิด," ศึกษาศาสตร์. 4(3) : 22-27 ; มิถุนายน - กันยายน 2522.

✓ อุทัย โนธิสุข. รูปแบบการเรียนรู้และการทำงานของสมอง. เอกสารการประชุมปฏิบัติการเรื่องการพัฒนาเด็กฉลาดเพื่อนำชาติสู่ความเป็นนิรันดร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.

อษา คำประกอบ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้าน
ความมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดการ
เรียนด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ :
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อัดสำเนา.

✓ Anderson, Ronald D. and others. Developing Children's Thinking Science.
 Englewood Cliffs, Prentice - Hall, 1970.

Allen, Verman L. Research on Children Tutoring Children : A Criial of
Education Research. 46 : 371 ; Summer, 1976.

✓ Bills, Frank Llyn. "Developing Creativity Through Inquiry," Science
Education. 60 ; 417-421 ; July-September, 1976.

Bloom, Benjamin S. Toxonomy of Education Objective Hand Book I :
Cognitive Domain. New York : David MacKay Company, Inc., 1956.

Buggy, Lesley J. "A Study of the Relationship of Classroom Questions
 and Social Studies Achievement of Second Grade Children,"
Dissertation Abstracts International. 32 : 2543 - A ; November,
 1971.

Butts, David. The Teaching of Science : A Self Directed Planning Guide.
 New York : Harper & Row Publisher, 1974.

Carin, Arthur A. Robert B. Sund. Teaching Science Through Discovery.
 2nd ed. Charls Merrill Publishing Company Columbus, 1975.

Divis, Maynard. "The Effectiveness of a Guided-Inquily Discovery
 Approach in an Elementary School Science Curriculum,"
Dissertation Abstracts International. 39 : 4164 - A ; January,
 1976.

✓ Devito, Alfred. "Recognized and Assessing Creativity," Developing
Teaching Competencies. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice-
 Hall, 1971.

Fan, Chung-Teh. Item Analysis Table. Education Tesing Service, 1952.

Gabel, Dorothy L. and Peter A. Rubba. "The Effect of Early teaching and Training Experience on Physics-Achievement Attitude Toward Science and Science Teaching," Science Education. 61 : 503-511 ; October-December, 1977.

Guilford, J.P. The Neture of Human Intelligence. McGraw-Hill, Book Company, 1967.

Harress, J.H. "The Two meaning of Mathematics," A Hand of Programmed Learning. PP. 93-94 ; India nard, n.d.

Hurley, Reatrice. "Some Ways of Helping Children to Learn Science'" Science for Eight - to - Twelve. Bulletine No. 13, A of the Assosiation for Childhodb Education International. Washington D.C., 1964.

Kolebas, Particia, "The Effect on the Intelligence, Reading, Mathimatics, and Interest in Science Levels of Third Grade Students who Have Participated in Science : a Process Approach Since First Entering School," Dissertation Abstract International. 32 : 4443-A ; Fibruary, 1972.

Mayer, James H. "The Influence of Invitation to Inquiry," American Biology Teacher. 31 : 451-453 ; October, 1969.

✓ McClandess, Boyd A. and Ellis P. Evans. Children and Youth Psychological Development. New York : Holt, 1978.

Olarinoye, Rappel Dale. "A Comparative Study of the Effectiveness of Three Methods of Teaching A Secomdary School Physic Course in Nigeria Secondary School," Dissertation Abstracts International. 39 : 4848 - A ; February, 1978.

✓ Penick, John E. "Creativity in Fifth-Grade Science Student : The Effects of Two Patterns of Instruction," Journal of Research in Science Teaching. 4 : 307-314 ; 1976.

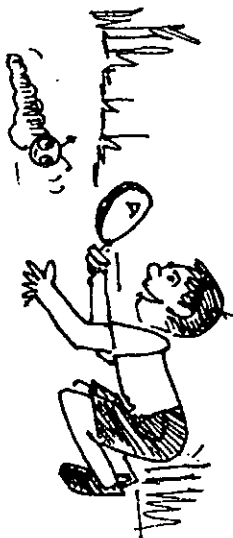
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

1. อนุสารวิทยาศาสตร์
2. แผนการสอนโดยใช้อนุสารวิทยาศาสตร์
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
4. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของวิทยาศาสตร์

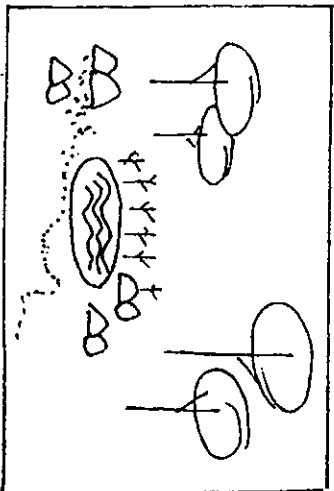
นักปฏิบัติ

ให้นักเรียน ออกไปสำรวจบริเวณโรงเรียน โดย
บันทึกลงในแบบสำรวจใช้เวลา 20 นาที



เมื่อสำรวจแล้ว ให้เขียนเป็นแผนผัง

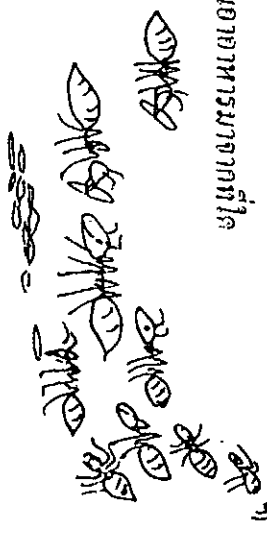
แสดงตำแหน่งที่อยู่สิ่งตัวอย่าง



๙๙๙ แทนหญ้า ๘๘๘ แทนน้ำ
∞ แทนก้อนหิน ๐๐๐ แทนต้นไม้

นักคิดสร้างสรรค์

เมื่อเดินสวนกันจะคุยกันซึ่งกันและกันเพื่อ
ให้รู้ว่าเป็นพวกเดียวกัน และทราบว่าจะไป
เอาอาหารมาจากที่ใด



งานที่ 4 ให้นักเรียนลองจินตนาการว่าอาหารของ
มดมีอะไรบ้าง เขียนชื่ออาหารมดให้มากที่สุด
(อาหารมด 1 อย่าง ก็ได้ 1 คะแนน เขียน
มากได้คะแนนมาก)

อนุสาวรีย์วิทยาศาสตร์

ฉบับที่ ๑ สิ่งที่อยู่รอบตัวเรา
(เวลา ๒ คาบ)

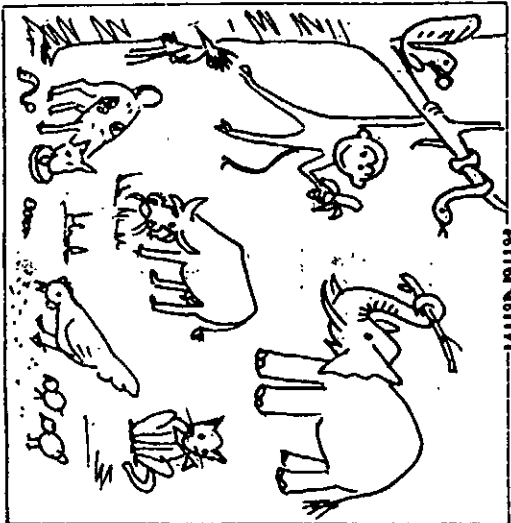
จุดประสงค์

1. บอกความหมายของระบบนิเวศได้
2. ยกตัวอย่างกลุ่มสิ่งมีชีวิตพร้อมที่อยู่ได้

บทนำ

อนุสาวรีย์วิทยาศาสตร์ฉบับนี้
เป็นเอกสารที่จะช่วยฝึกให้นักเรียน
เป็นนักสังเกต สร้างแบบสำรวจ
และจัดทำแผนผังการสำรวจ ซึ่ง
เป็นทักษะพื้นฐานของการเรียน
วิทยาศาสตร์

นักสังเกต



สิ่งมีชีวิตต้องการอาหารเพื่อการดำรงชีวิต

อาหารของสิ่งมีชีวิตคือสิ่งมีชีวิตด้วยกัน

จากภาพ นักเรียน จงเขียนชื่อสัตว์

และอาหารตามที่นักเรียนเห็น

ชื่อ	อาหาร

นักออกแบบ

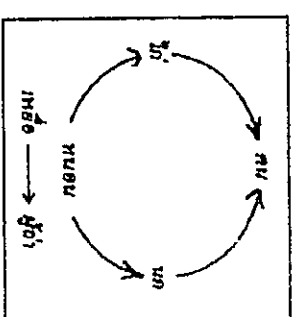
สิ่งมีชีวิตจะมีบทบาทและหน้าที่ของตน บางชนิดกินสัตว์ สัตว์บางชนิดกินพืช ซึ่งมีความสัมพันธ์กัน เราทราบได้โดยปฏิบัติดังนี้ เขียนชื่อสัตว์ที่นักเรียนรู้จักและเขียนชื่ออาหารของสัตว์แต่ละชนิดดังตัวอย่าง

ชื่อสัตว์	ชื่ออาหาร	พืช	สัตว์
1. แมว	ปลา หนู		/
2. _____			
3. _____			
4. คางคก			
5. _____			
6. หนอน			
7. _____			
8. นก			

นักปฏิบัติ

สัตว์แต่ละชนิดจะกินอาหารต่างๆ กัน บางชนิดกินพืช บางชนิดกินสัตว์ บางชนิดกินทั้งสัตว์และพืช สัตว์ที่กินสัตว์อื่น เรียก "ผู้ล่า" สัตว์ที่ถูกกิน เรียก "เหยื่อ"

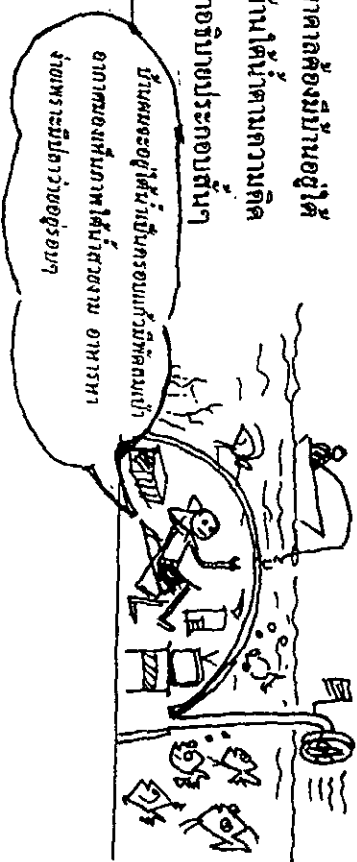
งานที่ 1 จากชื่อสัตว์และอาหาร ที่เขียนไว้ จงเขียนแผนภูมิแสดง ผู้ล่า เหยื่อ เป็นห่วงโซ่อาหารดังตัวอย่าง



เขียนแผนภูมิหน้าถัดไป

นักคิดสร้างสรรค์

ถ้านักเรียนเป็นชาวเมืองบาดาลต้องมีบ้านอยู่ใต้น้ำ ให้นักเรียนวาดภาพบ้านใต้น้ำตามความคิดของนักเรียนพร้อมเขียนคำอธิบายประกอบสั้นๆ ตัวอย่าง



อนุสาร วิทยาศาสตร์

ฉบับที่ ๒ เรื่อง สิ่งที่อยู่รอบๆตัวเรา
(เวลา ๑ คาบ)

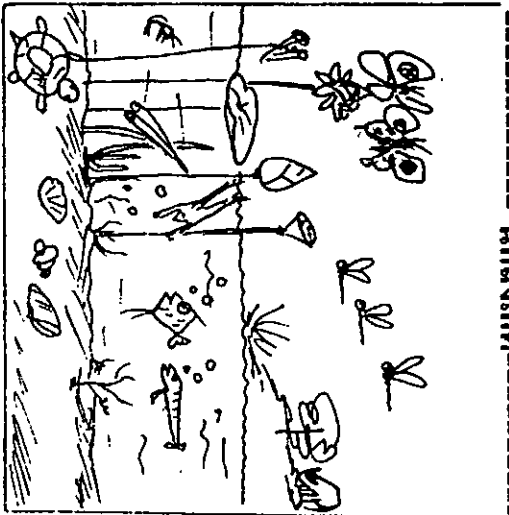
จุดประสงค์

1. บอกความหมายของระบบนิเวศบกและระบบนิเวศใต้น้ำได้
2. ยกตัวอย่างกลุ่มสิ่งมีชีวิตตามแหล่งที่อยู่ได้

บทนำ

อนุสารวิทยาศาสตร์ฉบับนี้
เป็นอนุสารที่จะช่วยฝึกให้นักเรียน
นักออกแบบ สรรสร้างสรรค์ ในเรื่อง
ของระบบนิเวศใต้น้ำอยู่ และวาดภาพ
ระบายสี นักเรียนควรเตรียมดินสอ
และสีให้พร้อม

นักสังเกต



จากภาพเหล่านี้เป็นบ่อของสิ่งมีชีวิตหลายชนิด
นักเรียนเขียนชื่อสิ่งมีชีวิตที่สังเกตเห็นให้มากที่สุด
ในเวลา ๑ นาที

รวมลิลลี่ มีชีวิตที่อยู่ในน้ำกับอยู่บนพื้นดิน
อยู่ร่วมกันและหรือพึ่งพาอาศัยกันได้หรือไม่

นักออกแบบ

แหล่งที่อยู่ แหล่งอาหารของสิ่งมีชีวิต มีอยู่ทั้ง
บนบกและในน้ำ ระบบนิเวศจึงจำแนกได้ 2
ประเภท คือ

1. ระบบนิเวศบนบก

2. ระบบนิเวศในน้ำ

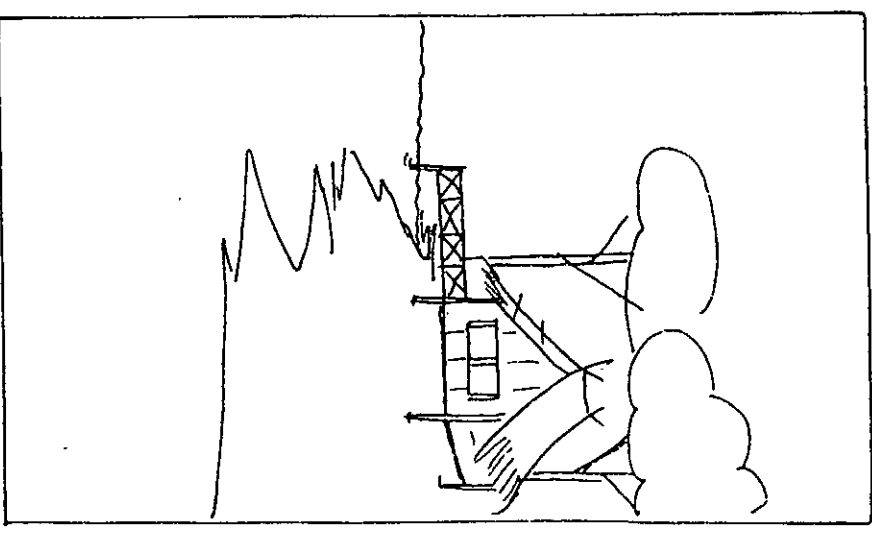
ระบบนิเวศทั้ง 2 ประเภทมีความสัมพันธ์
ต่อสิ่งมีชีวิต ทั้งในด้านอาหารและแหล่งที่อยู่

งานที่ 1 ให้นักเรียนออกแบบโดยเขียนแสดง
ระบบนิเวศที่แท้จริง ระบบนิเวศบนบกและในน้ำ
นักเรียนจะออกแบบให้ป่าอยู่ได้อย่างไร
(เขียนเฉพาะหัวข้อหรือสิ่งที่ต้องการให้มนุษย์
ในระบบนิเวศของนักเรียน)

ระบบนิเวศที่น้ำอยู่

นักปฏิบัติ

งานที่ 2
ให้นักเรียนคอยเติมภาพ โดยใช้ความคิดจากงานที่ 1
แล้วระบายสีให้สวยงาม



ปริมาณเขียนแผนภูมิ

นักคิดสร้างสรรค์
นักเรียนพยายามเขียนชื่อ เขี้ยว ผู้ดำ ที่
สัมพันธ์กันในวงโซ่อาหารให้สัมพันธ์ที่สุด
เขียนได้มากแสดงว่านักเรียนมีความคล่อง
ในการคิด

อนุสาวรีย์วิทยาศาสตร์

ฉบับที่๑๓

เรื่อง

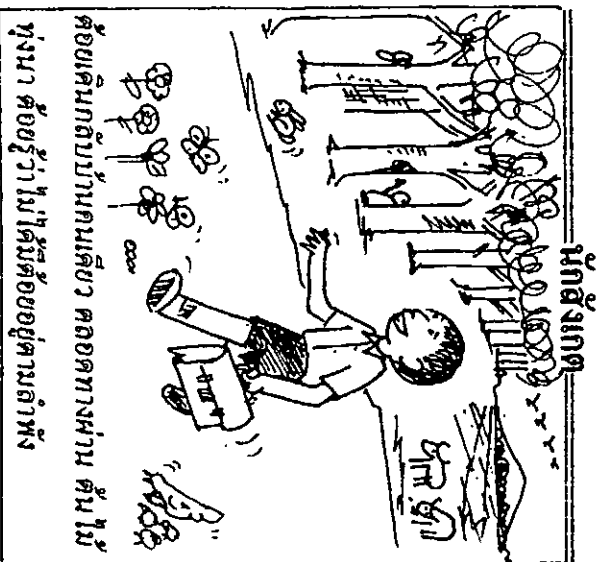
บทบาทของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ
(เวลา ๒ คาบ)

จุดประสงค์

1. บอกชื่ออาหารของสัตว์ที่กำหนดให้ได้
2. อธิบายความหมายผู้ผลิต ผู้บริโภค เขี้ยว และผู้ล่าได้

บทนำ

อนุสาวรีย์วิทยาศาสตร์ฉบับนี้
เป็นเอกสารที่จะช่วยฝึกให้นักเรียน
นำออกแบบ สร้างสรรค์ฝึกความ
คล่องในการคิด เรื่องห่วงโซ่อาหาร
เพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ของสิ่ง
มีชีวิต



คอยเค้นกลับมาถามคนเดียว ตลอดทางผ่าน ต้นไม้
ทุ่งนา คอยรู้ว่าไม่ได้มีค้อย่อยอยู่ตามลำพัง

งานที่ 1 จากภาพเขียนหรือสิ่งต่างๆ รอบๆ ตัวคอย

นักออกแบบ

เมื่อนักเรียนอยู่คนเดียว อาจคิดว่าตนเอง
อยู่ตามลำพังหรือมีสิ่งอื่นๆ อยู่รอบๆ ตัว...
ลองมองรอบๆ ตัวของนักเรียนสิพบอะไรบ้าง
บางสิ่งคล้ายๆ ไข่ บางสิ่งอยู่หนึ่ง มีชีวิต
และ ไม่มีชีวิต ทุกๆ สิ่งที่อยู่รอบๆ ตัวเรา
ถ้านักเรียนเปลี่ยนที่ใหม่ สิ่งที่อยู่รอบๆ ตัว
ก็จะเปลี่ยน ไปจากเดิม... หรือจะกล่าวอีก
อย่างคือ ในบริเวณหนึ่งๆ อาจมีสิ่งมีชีวิต
และไม่มีชีวิตอยู่ บริเวณที่อยู่ของสิ่งมีชีวิต
เราเรียกว่า "แหล่งที่อยู่" สิ่งมีชีวิตอาศัย
อยู่รวมกันจะเรียกว่า "กลุ่มสิ่งมีชีวิต" และ
ทุกสิ่งในบริเวณนั้น มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและ
กัน ในหมู่สิ่งมีชีวิตด้วยกัน และสัมพันธ์กับ
สิ่งไม่มีชีวิตในแหล่งที่อยู่ เราจัดเป็น
"ระบบนิเวศ"

งานที่ ๒ ให้นักเรียนออกแบบสำรวจระบบ
นิเวศ โดยมีหัวข้อที่กำหนดให้หรือนักเรียน
คิดเพิ่มได้ 1. บริเวณที่สำรวจ

2. ชื่อสิ่งของที่สำรวจ
3. จำนวน
4. ที่อยู่
5. มีชีวิต/ไม่มีชีวิต

ดังตัวอย่าง

แบบสำรวจ

บริเวณที่สำรวจ

วันที่ เดือน

พ.ศ.

ที่	ชื่อ	จำนวน	ที่อยู่	มี/ไม่มีชีวิต

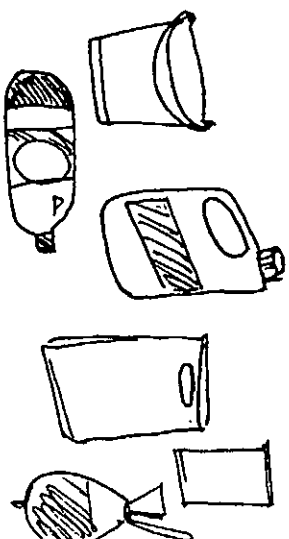
ลงชื่อ

ผู้สำรวจ

งานปฏิบัติ ให้นักเรียนจำแนกสิ่งต่างจากภาพและ
ชื่อสิ่งของที่กำหนดให้ ออกเป็น ๒ พวก
ลงในตารางที่กำหนดให้ โดยกำหนดเกณฑ์
เวลาการย่อยสลายเอง

ย่อยง่าย	ย่อยยาก

นักคิดสร้างสรรค์



เครื่องใช้ของใช้ทำจากพลาสติกที่ย่อยสลายได้ยาก
และเศษเหลือใช้ก็ทำลายระบบนิเวศ ดังนั้นเราจึง
ควรลดการใช้วัสดุเหล่านี้
ให้นักเรียนคิดหาสิ่งที่จะทดแทนหรือวิธีการลดการใช้
สิ่งต่อไปนี้ให้มากที่สุด เช่น
ถุงใส่ไอศกรีม วิธี เอาแก้วไปใส่

ใช้กระป๋องนม

ใช้แก้วกระดาษ

ฯลฯ

ถุงพลาสติกใส่สิ่งของ

สิ่ง/วิธีทดแทนคือ

อนุสาวรีย์วิทยาศาสตร์

ฉบับที่ ๔

เรื่อง

บทบาทของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ
(เวลา ๑ คาบ)

จุดประสงค์

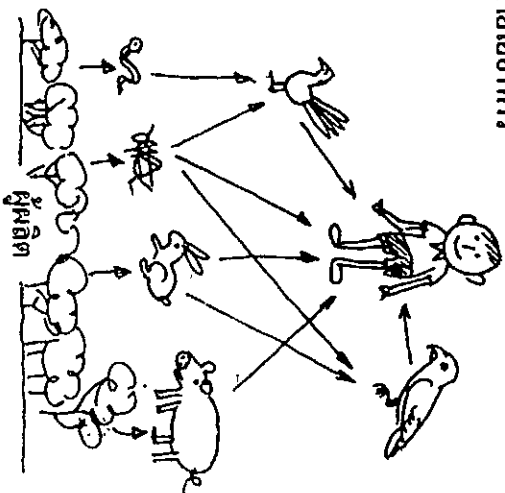
1. ระบุผู้ล่าและเหยื่อในโซ่อาหารได้
2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างผู้ผลิต ผู้บริโภค
ผู้สลายสารอินทรีย์ได้

บทนำ

อนุสาวรีย์วิทยาศาสตร์ฉบับนี้
เป็นเอกสารที่จะช่วยฝึกให้นักเรียน
นักสังเกต จำแนกประเภท ตลอดจน
ความคิดสร้างสรรค์หาวิธีการใหม่ๆ
มาลดมลภาวะที่เกิดจากการกระทำ
ของมนุษย์

==นักสู้ประเภท==

સાધીધોમાર



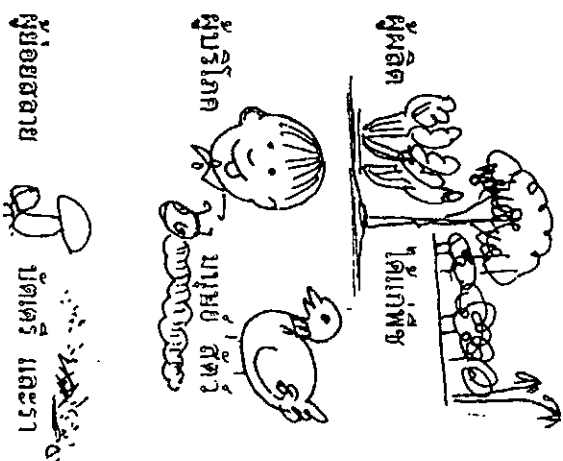
จากภาพแสดงสายใยอาหาร เริ่มจากพืช

และในที่สุดจะเป็นอาหารของผู้ใด

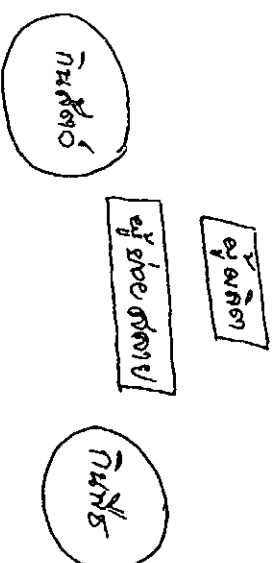
ใช้อาหาร หมายถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ ในลักษณะการกินต่อกันเป็นทอดๆ

นำออกแบบ

ในระบบนิเวศจะต้องประกอบด้วย

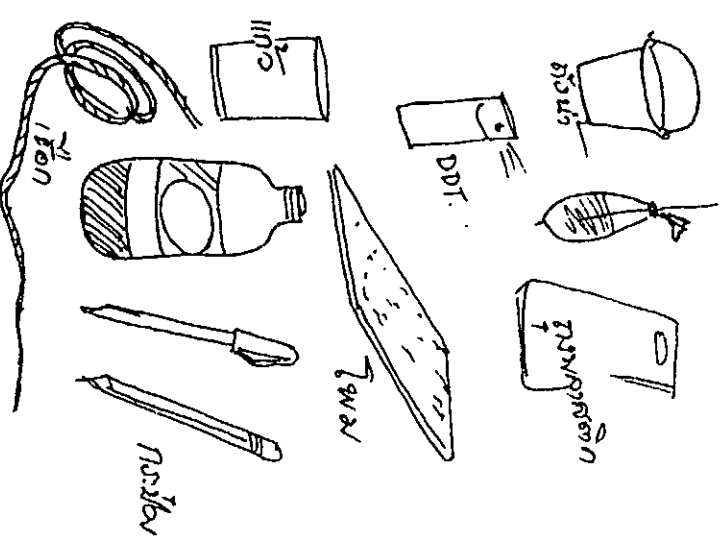


นางฟ้า 1 นักเรียนหญิงคนเก่งแต่คงกลัวผี
ของผู้ลึกลับ ผู้ปริศนา และผู้ยอชตถาย



==ហេតុអ្វីបាន==

ถึงที่ช่วยให้สิ่งมีชีวิตดำรงอยู่ได้คือผู้ผลิต
ได้แก่พืชแต่พืชจะดำรงชีวิตได้ก็ต่อเมื่อมี
ผู้ย่อยสลายสิ่งต่างๆเพื่อกลับมาเป็นอาหารพืช
แต่ปัจจุบันนี้มีหลายสิ่งหลายอย่างที่ผู้ย่อยสลายไม่
สามารถย่อยสลายได้ หรือย่อยสลายใช้เวลานานมาก
ดังตัวอย่างในภาพ



*****นักปฏิบัติ*****

ให้นักเรียนเลือกทำการทดลอง ๑ อย่าง
จากตัวอย่างการทดลองที่ผ่านมาแล้ว

ในตอนนี้นักออกแบบ โดยเลือกใช้อุปกรณ์

ให้ใกล้หรือเหมือนกับตัวอย่าง เวลาประมาณ

3 วัน บันทึกผลในตารางที่กำหนดให้ทุกวัน

เป็นเวลา 4 วัน

ตารางบันทึก

วัน เดือน ปี	จำนวน ออก	ลักษณะการเจริญ		
		ใบ	ลำต้น	ความสูง

นักคิดสร้างสรรค์



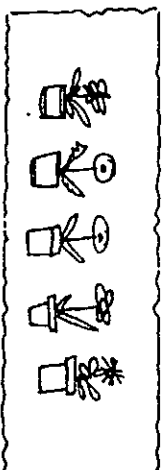
ปัจจุบันเรามีขมปากไม่กระตาง
แต่ห้องที่นักเรียนจะปลูกและดูแลน้อยมาก

นักเรียนคิดว่าจะทำอย่างไร ได้บ้างที่จะช่วยให้
ต้นไม้ได้รับแสงสว่างที่เพียงพอ บอกวิธีที่

นักเรียนคิดมาหลายวิธี เช่น

เอาไฟฉายมาส่อง

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____



อนุสาวรีย์วิทยาศาสตร์

ฉบับที่ ๕

เรื่อง
ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับ
สิ่งไม่มีชีวิต

(เวลา ๒ คาบ)

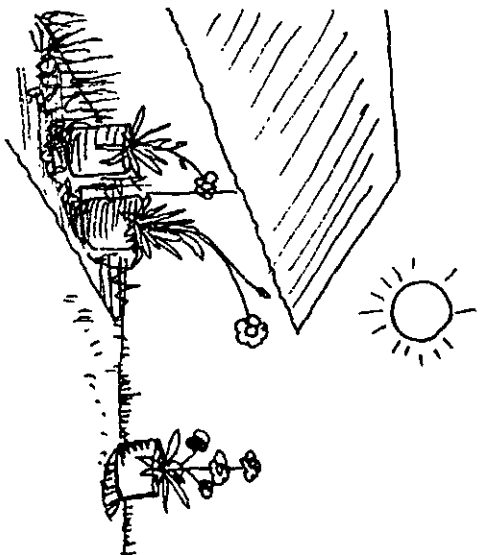
จุดประสงค์

1. บอกความสำคัญของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิตได้
2. สรุปผลการทดลองเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของ
สิ่งมีชีวิตกับ สิ่งไม่มีชีวิตได้

บทนำ

อนุสาวรีย์วิทยาศาสตร์ฉบับนี้
เป็นเอกสารที่จะช่วยให้นักเรียน
เป็นเด็กช่างสังเกต และทดลอง
เพื่อหาคำตอบที่แท้จริง ตลอดจน
การฝึกความกตัญญูและการให้เกียรติ
แก่ปัญญาในสิ่งมีชีวิตประจำวัน

นกสังเกต

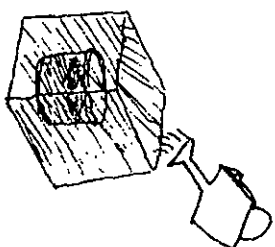


จากภาพ อะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้ต้นไม้เอียงไปทางแสง ตอบ

จากภาพ อะไรที่เป็นเหตุให้กลุ่มต้นหญ้าเอียงสูงและลำต้นเล็ก ตอบ

นกออกแบบ

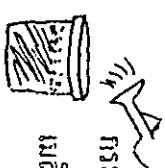
ในการเจริญเติบโตของพืชตามธรรมชาติ ต้องการแสงสว่าง น้ำ และพื้นที่ เพื่อพิสูจน์ดังกล่าวนี้ให้นักเรียนพิจารณา การทดลองต่อไปนี้ เป็นการทดลองเพื่อหาคำตอบหรือการพิสูจน์เรื่องใด



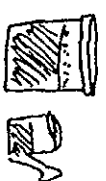
กระป๋อง 1 บรรจุดินเพาะเมล็ดพืช 10 เมล็ด รดน้ำเก็บไว้ในที่ไม่มีแสงสว่างรดน้ำทุกวัน
เป็นการทดลองเพื่อพิสูจน์ว่า.....



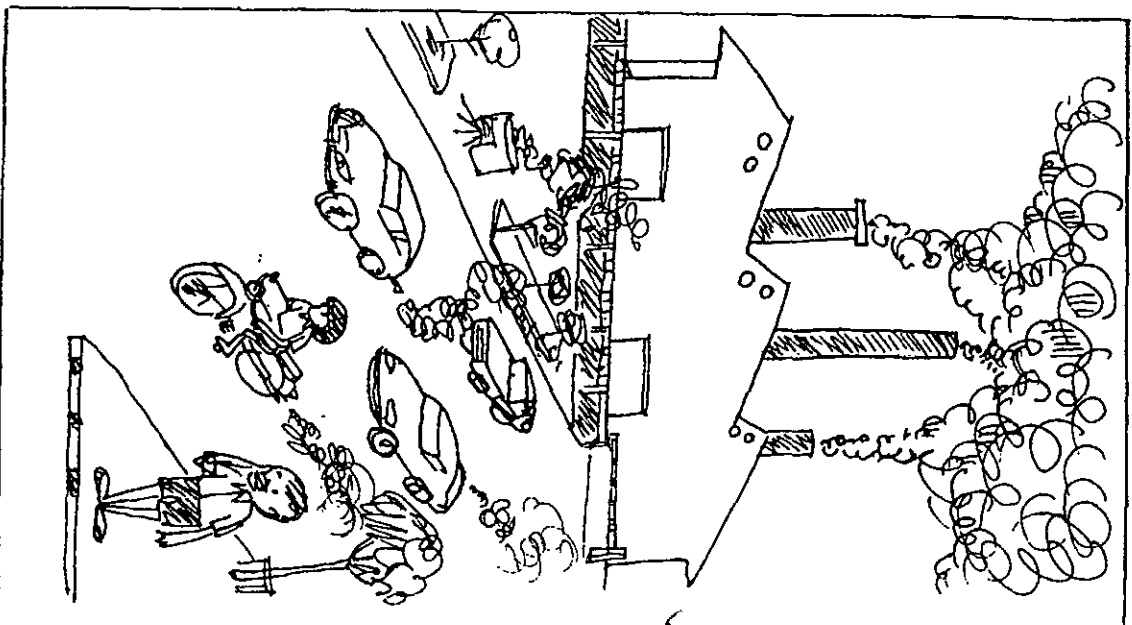
กระป๋อง 2 บรรจุดินปลูกเมล็ดผักนึ่ง 10 เมล็ด รดน้ำทุกวัน
เป็นการทดลองเพื่อ.....



กระป๋อง 3 บรรจุดินปลูกเมล็ดผักนึ่ง 70 เมล็ด รดน้ำทุกวัน



กระป๋อง 4 บรรจุดินปลูกเมล็ดผักนึ่ง 10 เมล็ด งดให้น้ำ
เป็นการทดลอง.....



*****นักคิดสร้างสรรค์*****

ปัจจุบันก๊าซคาร์บอนไดร็อกไซด์มีมาก เนื่องจากท่อไอเสียรถ ครวจากโรงงาน ทำให้เกิดภาวะไม่สมดุลย์ในระบบนิเวศ และเป็นอันตรายต่อมนุษย์และสัตว์

นักเรียนจะมีวิถีชีวิตก๊าซคาร์บอนไดร็อกไซด์ดังกล่าวได้อย่างไรบ้าง

(ตอบ).....

อนุสาวรีย์วิทยาศาสตร์

ฉบับที่ ๖

เรื่อง

ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับ

สิ่งไม่มีชีวิต

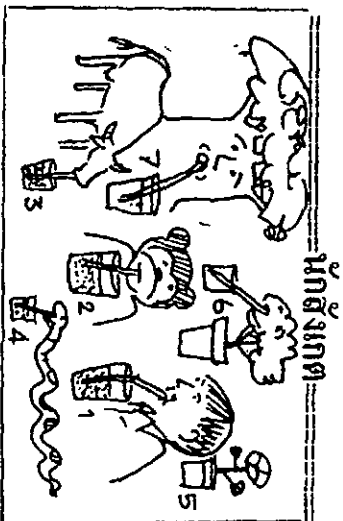
(เวลา ๑ คาบ)

จุดประสงค์

1. ระบุก๊าซที่ได้จากการหายใจของสัตว์และพืชได้
2. บอกความสัมพันธ์ของการหายใจของสัตว์และพืชได้

บทนำ

อนุสาวรีย์วิทยาศาสตร์ฉบับนี้
เป็นเอกสารที่จะช่วยฝึกให้นักเรียน
ใช้ทักษะการสังเกตและทดลอง
หาความสัมพันธ์ของอากาศกับสิ่ง
มีชีวิตในลักษณะของการหมุนเวียน
ของอากาศตลอดจนกลไกการถ่ายเท



จากภาพเป็นการทดลองที่แสดงว่า

เมื่อผ่านก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์ลงไป

สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์(น้ำปูนใส)

จะทำให้สารละลายนั้นขุ่นขึ้น

ในภาพสิ่งมีชีวิตผ่านลมหายใจลงไป

น้ำปูนใสมันก็เรียนอบยกว่าแกวก็จะขุ่น

แกวที่ขุ่น คือ

แกวที่ไม่ขุ่น คือ

แกวที่ขุ่นเป็นแกวของสัตว์หรือพืช

นักออกแบบ

มนุษย์ สัตว์ หายใจออกมาส่วนมากเป็นก๊าซ

คาร์บอน ไดออกไซด์ พืชจะหายใจออกมาเป็น

ก๊าซออกซิเจน เมื่อก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์

ผ่านน้ำปูนใส (สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์)

จะทำให้ น้ำปูนใสขุ่น ถ้ากำหนดน้ำปูนใสให้

นักเรียนจะออกแบบการทดลองได้อย่างไร

ตามความคิดของนักเรียนเอง

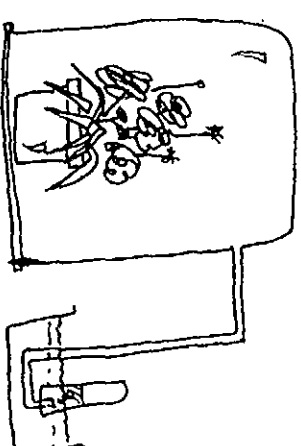
วิธีทดลอง

*****นักปฏิบัติ*****

ให้นักเรียนทดลองตามที่นักเรียนคิดและเขียน

ไว้ได้ผลอย่างไร เขียนสรุปผลการทดลองไว้

สรุปผลการทดลอง



ถ้าเราเอาแก้วครอบต้นพืชและไม่ให้โดนแสงแดด

นักเรียนคิดว่าก๊าซที่ออกมาจะเป็นก๊าซอะไร

*****นักสังเกต*****



ดอกไม้กับผีเสื้อมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

นกเอี้ยงกับควายมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

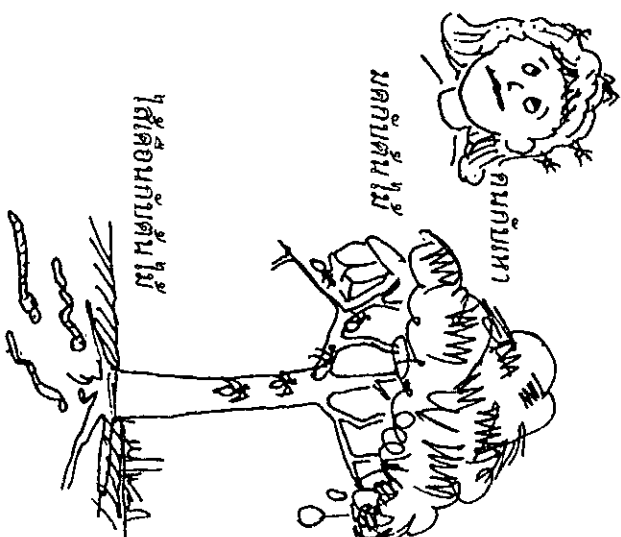
สุนัขกับเห็บหรือหมัดมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

การสังเกตภาพนี้แสดงถึงเรื่องใดบ้าง

*****นักออกแบบ*****

สิ่งมีชีวิตเกิดมาต้องมีความสัมพันธ์กัน บางชนิดก็เกิดมาพึ่งกันให้ประโยชน์ซึ่งกันและกัน เช่น นกเอี้ยงกับควาย บางชนิดก็คิดเอาประโยชน์จากอีกฝ่ายหนึ่ง เช่น เห็บหมัดกับสุนัข แต่บางชนิดก็ให้ประโยชน์กับอีกฝ่ายหนึ่งโดยไม่คิดสิ่งตอบแทน เช่น ไม้เลื้อยกับต้นไม้ม

ตัวอย่าง



งาน เมื่อนักเรียนทราบว่าสิ่งมีชีวิตมีความสัมพันธ์ 3 รูปแบบ

1. ต่างฝ่ายต่างให้ประโยชน์ต่อกัน
 2. ฝ่ายหนึ่งให้ประโยชน์อีกฝ่ายไม่ได้ประโยชน์
 3. ฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์อีกฝ่ายหนึ่งเสียประโยชน์
- ให้นักเรียนออกแบบบันทึกความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต

ดังตัวอย่าง

คู่สัมพันธ์	ความสัมพันธ์
สุนัข/เห็บ	ฝ่ายหนึ่งเสียประโยชน์ อีกฝ่ายได้ประโยชน์
หรือ	
คู่สัมพันธ์	ความสัมพันธ์
มนุษย์/เหา	ประเภท 3

นักปฏิบัติ

ให้นักเรียนทำการทดลองตามที่นักเรียนเขียนไว้
อาจทำเป็นกลุ่มแล้วบันทึกผลการทดลองและ

สรุปผลการทดลอง(อาจทำนอกเวลาเรียน)

บันทึกผลการทดลอง

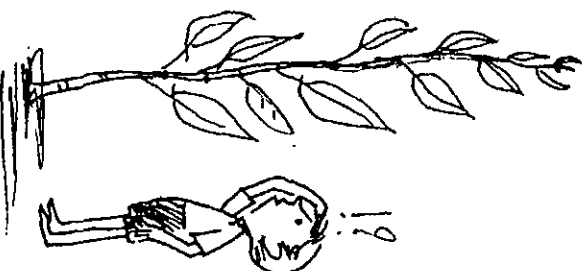
สรุปผลการทดลอง

นักคิดสร้างสรรค์

ถ้าต้องการฝึกน้องที่คนยาวๆ นักเรียนจะมีวิธีการ
ทำอย่างไรได้บ้าง จงบอกวิธีการทดลองหรือ

ทำให้ฝึกน้องยาวๆ บอกได้หลายวิธีไม่มีผิดไม่มีถูก

วิธีทำให้ฝึกน้องต้นยาวสูงคือ



1.

2.

3.

4.

บทนำ

อนุสาวรีย์วิทยาศาสตร์ฉบับนี้
เป็นเอกสารที่จะช่วยฝึกให้นักเรียน
ใช้ทักษะการสังเกตการเปลี่ยนแปลงของ
สิ่งมีชีวิตเพื่อการอยู่รอดของเผ่าพันธุ์
และการคิดแก้ปัญหาในสถานการณ์
ใหม่เพื่อให้ได้สิ่งที่แปลกใหม่

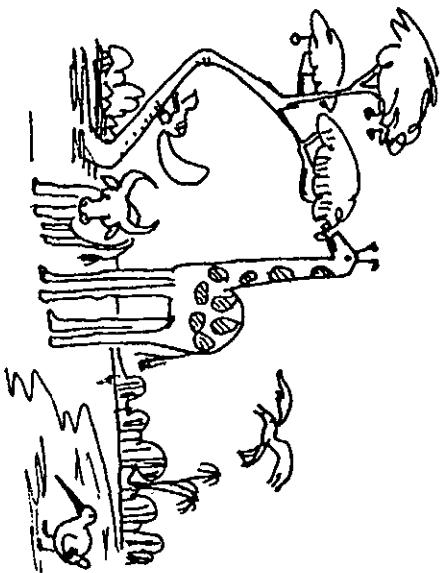
อนุสาวรีย์วิทยาศาสตร์

ฉบับที่ ๘ การปรับตัวของสิ่งมีชีวิต
(เวลา ๑ คาบ)

จุดประสงค์

- 1.อธิบายถึงสาเหตุของการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตได้
- 2.อธิบายการปรับตัวชั่วคราวและการปรับตัวถาวรได้

พิกัด =



รูปร่างของสัตว์จะสัมพันธ์กับแหล่งอาหารเช่น
 ชีราฟคอยาวเพราะกินใบไม้สูงๆ นักเรียนดูภาพ
 และบอกรูปร่างและแหล่งอาหารสัตว์

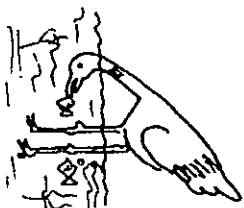
๕๑ รุปร่าง แหล่งอาหาร

การศึกษา.....

นกป่าสี่อณ

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
84

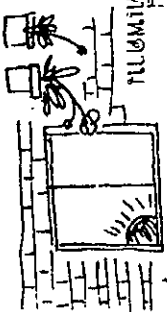
สิ่งมีชีวิตปรับตัวให้รูปร่างเหมาะสมกับการหาอาหารตามแหล่งอาหาร



นภากระสาฯ และศอชว.
เพื่อส่งมอบปทั



จึงออกมาหาชดเคาะตีเคาะตามได้



ผู้ช่วยกรรมการและคณะผู้ทรงคุณวุฒิ

หลักการแบบ

แสงสว่างเป็นสิ่งจำเป็นต่อการดำรงชีวิต
พืชจึงเจริญเติบโตและแสงสว่างเสมอ



1. กล้องถ่ายภาพรู้ตำแหน่ง



2. พหุภาคีสนธิสัญญา 2 กระบวนไต่

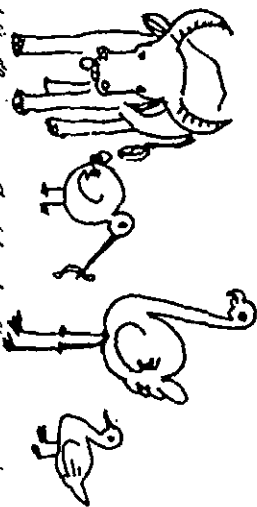
นักเรณูงานเขียนวาทะศิลป์ของ พืชयोगการแสงแดด

[illegible][illegible]

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
84

[illegible]

นักสังเกต



รูปสัตว์ในภาพจะมีรูปร่างต่างกัน ตามแหล่งหา
กินอาหาร เช่น ชีวฟลอคอาจจะกินใบไม้ที่อยู่
สูง ในภาพนักเรียนจงบอกชื่อสัตว์และรูปร่างที่
เหมาะสมกับการหากินในแหล่งอาหาร

นกกระสา รูปร่าง_____ หากินตาม_____
นกเป็ดน้ำ รูปร่าง_____ หากินตาม_____
นกปากคีบ รูปร่าง_____ หากินตาม_____
วัวควาย รูปร่าง_____ หากินตาม_____

สิ่งมีชีวิตจะพัฒนาและปรับตัวให้มีรูปร่างที่เหมาะสม
สมในการดำรงชีวิตไม่ว่าพืชหรือสัตว์ เราจะ
สังเกตได้โดยพืชที่อยู่กลางแจ้งจะแผ่กิ่งก้าน
สูงเพื่อรับแสงแดด ถ้าอยู่ในที่โล่งจะแผ่กิ่งก้าน
ออกโดยรอบและจะไม่สูง เป็นต้น

นักออกแบบ



จากภาพที่กำหนดให้นักเรียนเขียนวิธีการปรับตัว
ให้ผีเสื้อที่จะรอดพ้นจากอันตรายจากนกหรือ
สัตว์อื่นๆ โดยใช้วิธีการพรางตัวให้เข้ากับสิ่ง
แวดล้อม ตัวอย่าง เช่น ถ้าตัวมีหนาม
วิธีการปรับตัวคือ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

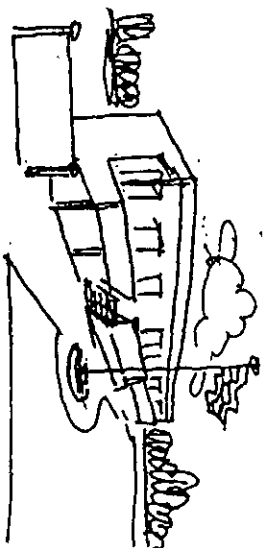
นักปฏิบัติ

ให้นักเรียนออกแบบภาพหรือระบายสีความที่ออกแบบ
ไว้ให้สมบูรณ์



=====นักคิดสร้างสรรค=====

ให้นักเรียนเขียนวิธีแก้ปัญหาหาบริเวณที่นักเรียน
สำรวจมา หลายๆวิธี ทั้งที่อาจเป็นไปได้หรือไม่
เป็นไปได้ยากก็ตาม ตามที่นักเรียนคิดได้
เขียนมาให้มากที่สุด



อนุสารวิทยาศาสตร์

ฉบับที่ ๑๐

เรื่อง

การพัฒนาและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม
(เวลา ๑ คาบ)

จุดประสงค์

๑. บอกความจำเป็นของการพัฒนาและอนุรักษ์ได้
๒. ระบุปัญหาของชุมชนและวิธีการพัฒนาได้
๓. บอกวิธีการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมได้

บทนำ

อนุสารวิทยาศาสตร์ฉบับนี้
เป็นเอกสารที่จะช่วยให้นักเรียน
ใช้ทักษะการสังเกตและออกแบบ
การสร้างความสมดุลของระบบ
นิเวศ ตลอดจนวิธีการใหม่ๆ ในการ
แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบนิเวศ

นักสังเกต



จากภาพ การดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในสภาพ
ที่สมดุลทางธรรมชาติมีลักษณะอย่างไร

สภาพความสมดุลทางธรรมชาติก่อให้เกิดผล
อย่างไรบ้าง

นักออกแบบ

ป่าเป็นระบบนิเวศที่สมบูรณ์และสมดุลและเป็น
ต้นกำเนิดของสิ่งต่างๆ มากมาย เช่นเป็นแหล่งต้น
น้ำลำธาร ทำให้ฝนตกถูกต้องตามฤดูกาล
เพราะรากพืชดูดน้ำทำให้พื้นดินชุ่มชื้น
ให้นักเรียนออกแบบวิธีที่จะทำให้ดินชุ่มชื้น
โดยเขียนบอกเป็นข้อๆ
ตัวอย่าง

ปลูกพืชให้รากพืชยึดดิน ดินน้ำ ดินจะชุ่มชื้น

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____
9. _____
10. _____

นักปฏิบัติ

ให้นักเรียนสำรวจบริเวณโรงเรียน ตามหัวข้อ
ต่อไปนี้ แล้วสรุปปัญหาส่งครู

- * บริเวณที่สำรวจ
- * สภาพปัญหาในระบบนิเวศ

ตัวอย่าง

หลังโรงอาหาร

1. การระบายน้ำไม่ดี น้ำขัง

2. ส่งกลิ่นเหม็น

สรุปบริเวณหลังโรงอาหารที่ระบบการระบายน้ำ
ไม่ดี เสือระบบนิเวศ

แผนการสอนโดยใช้อุณหพลศาสตร์ฉบับที่ 1 และ 2
 วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
 เรื่อง รอบ ๆ ตัวเรา เวลา 3 คาบ

สาระสำคัญ

สิ่งมีชีวิตต้องมีความสัมพันธ์กันระหว่างสิ่งมีชีวิตด้วยกัน ตลอดจนถึงสัมพันธ์กับสิ่งไม่มีชีวิต ในรูปแหล่งที่อยู่อาศัย แหล่งอาหาร ซึ่งเรียกว่า ระบบนิเวศ การเข้าไปทำลายหรือเคลื่อนย้ายสิ่งต่าง ๆ เป็นการทำลายระบบนิเวศ

จุดประสงค์ปลายทาง

อธิบายความหมายและความแตกต่างของระบบนิเวศได้

จุดประสงค์นำทาง

1. บอกชื่อและแหล่งที่อยู่ของสิ่งมีชีวิตตามแหล่งที่อยู่ได้
2. บอกถึงความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และแหล่งที่อยู่อาศัยได้
3. บอกความหมายและประเภทของระบบนิเวศได้
4. ยกตัวอย่างกลุ่มสิ่งมีชีวิตตามแหล่งที่อยู่ได้

เนื้อหา

1. สิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตรอบ ๆ ตัวเรา
2. ความหมายของกลุ่มสิ่งมีชีวิต แหล่งที่อยู่ ระบบนิเวศ
3. ประเภทของระบบนิเวศ
4. สิ่งมีชีวิตตามแหล่งที่อยู่ในระบบนิเวศ

กิจกรรมการเรียนการสอน

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตที่อยู่รอบ ๆ ตัวเรา

ขั้นในข้อสารวิทยาศาสตร์

1. ครูแจกข้อสารวิทยาศาสตร์ให้นักเรียน คนละ 1 ฉบับ ในการสอนแต่ละครั้ง
2. ให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมที่กำหนดในข้อสาร
3. ครูเลือกนักเรียนบางคนออกมารายงานผลของการทำการสำรวจ และการทำแบบฝึก

ทำข้อสาร

ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการปฏิบัติ เพื่อนำไปสู่การสรุปความหมายของระบบนิเวศ

สื่อการเรียนการสอน

ข้อสารวิทยาศาสตร์ ฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2

การวัดและประเมินผล

1. สังเกตจากการทำกิจกรรมในข้อสารวิทยาศาสตร์
2. ตรวจจากแบบฝึกหัดในข้อสารวิทยาศาสตร์
3. สังเกตจากการอภิปรายสรุปผล

แผนการสอนโดยใช้เอกสารวิทยาศาสตร์ฉบับที่ 3 และ 4
 วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
 เรื่อง บทบาทของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ เวลา 3 คาบ

สาระสำคัญ สิ่งมีชีวิตมีความสัมพันธ์กันในการกินต่อ ๆ กันเป็นวงจรหมุนเวียนตลอดเวลา

จุดประสงค์ปลายทาง

อธิบายความหมายของความสัมพันธ์ระหว่างผู้ผลิต ผู้บริโภคและผู้ย่อยสลายได้

จุดประสงค์นำทาง

1. บอกชื่ออาหารของสัตว์ที่กำหนดให้ได้
2. อธิบายความหมายผู้ผลิต ผู้บริโภค เหยื่อ ผู้ล่าได้
3. บอกของสัมพันธ์ของห่วงโซ่อาหารได้
4. อธิบายความสัมพันธ์ของผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลายได้

เนื้อหา

1. อาหารของสัตว์ต่าง ๆ
2. การกินกันเป็นทอด ๆ
3. ผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ล่า
4. การย่อยสลาย

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับอาหารและสัตว์ต่าง ๆ ในอนุสาวรีย์ศาสตร์

จากกิจกรรมนี้สังเกต

ขั้นใช้อนุสาวรีย์ศาสตร์

1. ครูแจกอนุสาวรีย์ศาสตร์ ให้นักเรียนคนละ 1 ฉบับ ในการสอนแต่ละครั้ง
2. ให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมที่กำหนดไว้ในอนุสาวรีย์ศาสตร์
3. ครูสุ่มนักเรียนบางคนออกมาเสนอผลงานการทำกิจกรรมในอนุสาวรีย์ศาสตร์

ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการปฏิบัติตามกิจกรรมในอนุสาวรีย์ศาสตร์

สื่อการเรียนการสอน

อนุสาวรีย์ศาสตร์ฉบับที่ 3 และฉบับที่ 4

การวัดและประเมินผล

1. สังเกตจากการทำกิจกรรมในอนุสาวรีย์ศาสตร์
2. ตรวจจากการทำแบบฝึกในอนุสาวรีย์ศาสตร์

แผนการสอนโดยใช้อุทธศาสตร์ที่ 5 และ 6

วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต เวลา 3 คาบ

สาระสำคัญ สิ่งมีชีวิตต้องมีความสัมพันธ์กับสิ่งไม่มีชีวิตในรูปแบบต่าง ๆ

จุดประสงค์ปลายทาง

บอกความสัมพันธ์ของอากาศกับสิ่งมีชีวิตได้

จุดประสงค์นำทาง

1. บอกความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตได้
2. บอกความสำคัญทางก๊าซต่อสิ่งมีชีวิตได้
3. อธิบายถึงความสัมพันธ์ของก๊าซกับสิ่งมีชีวิตในรูปของวงจรได้

เนื้อหา

1. อิทธิพลของแสงต่อสิ่งมีชีวิต
2. การปรับตัวของพืชต่อแสงสว่าง
3. ความสัมพันธ์ของพืชกับก๊าซในการหายใจ

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูอภิปรายร่วมกับนักเรียนถึงการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตว่าจะต้องพึ่งพาอาศัยอะไรบ้าง

ขั้นใช้เอกสารวิทยาศาสตร์

1. แจกเอกสารวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนคนละ 1 ฉบับ ในการสอนแต่ละครั้ง
2. ให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมที่กำหนดไว้ในเอกสารวิทยาศาสตร์ ทั้ง 4 กิจกรรม
3. กิจกรรมทดลองให้นักเรียนปฏิบัตินอกเวลา
4. เลือกนักเรียนออกมารายงานกิจกรรมความคิดสร้างสรรค์ในฉบับที่ 4

ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปและจดบันทึกผลการทดลองทำกิจกรรมในฉบับที่ 5 และ 6

สื่อการเรียนการสอน

1. อุปกรณ์การทดลอง เช่น กล้องทึบ กระจกเงา
2. เอกสารวิทยาศาสตร์ ฉบับที่ 5 และฉบับที่ 6

การวัดและประเมินผล

1. สังเกตจากการทำกิจกรรม
2. ตรวจจากการบันทึกในแบบฝึกหัดของเอกสารวิทยาศาสตร์

แผนการสอนโดยใช้เอกสารวิทยาศาสตร์ฉบับที่ 7 และ 8

วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิตและการปรับตัว เวลา 3 คาบ

สาระสำคัญ สิ่งมีชีวิตจะอยู่ตามลำพังหรือกลุ่มของตนเองไม่ได้ จะต้องมีความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิต
กลุ่มอื่น ๆ ในรูปแบบต่าง ๆ กัน

จุดประสงค์ปลายทาง

อธิบายความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต และการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตเพื่อการอยู่รอดได้

จุดประสงค์นำทาง

1. บอกความสัมพันธ์ของคน สัตว์ และพืชได้
2. ระบุประเภทของความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตได้
3. บอกถึงสาเหตุของการปรับตัวได้
4. อธิบายวิธีการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตได้

เนื้อหา

1. ความสัมพันธ์ของสัตว์และพืช
2. ความสัมพันธ์ของสัตว์กับสัตว์
3. การพึ่งพาอาศัยของสิ่งมีชีวิตประเภทต่าง ๆ
4. การปรับตัวและสาเหตุของการปรับตัว

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูสนทนากับนักเรียนว่าวันหนึ่ง ๆ เขามีความสัมพันธ์หรือติดต่อกับผู้ใดบ้าง นักเรียนช่วย

กันตอบ

ขั้นใช้เอกสารวิทยาศาสตร์

1. ครูแจกเอกสารวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนคนละ 1 ฉบับ ในการสอนแต่ละครั้ง
2. ให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมที่กำหนดไว้ในเอกสารวิทยาศาสตร์
3. ครูคอยอธิบายเพิ่มเติมเมื่อนักเรียนมีข้อสงสัย
4. อาจลุ่มนักเรียนบางคนมารายงานผลการทำกิจกรรมในเอกสารวิทยาศาสตร์

ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนสรุปผลการทำกิจกรรมแต่ละกิจกรรมในเอกสารวิทยาศาสตร์

สื่อการเรียนรู้การสอน

1. กล้องกระดาดขีบเจาะรู
2. เอกสารวิทยาศาสตร์ ฉบับที่ 7 และฉบับที่ 8

การวัดและประเมินผล

ตรวจจากการทำกิจกรรมในแต่ละกิจกรรม

แผนการสอนโดยใช้นวัตกรรมวิทยาศาสตร์ฉบับที่ 9 และ 10

วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เรื่อง การปรับตัวของสิ่งมีชีวิตและการพัฒนาสิ่งแวดล้อม

เวลา 3 คาบ

สาระสำคัญ สิ่งมีชีวิตต้องมีการปรับตัวเพื่อการอยู่รอดทางเผ่าพันธุ์

จุดประสงค์ปลายทาง

สามารถคิดวิธีการพัฒนาระบบนิเวศของตนเองได้

จุดประสงค์นำทาง

1. ระบุสาเหตุของการปรับตัวของสิ่งมีชีวิต
2. ระบุลักษณะของการปรับตัวได้
3. ระบุปัญหาจากสิ่งแวดล้อมได้
4. เสนอแนวทางการพัฒนาสิ่งแวดล้อมได้

เนื้อหา

1. สาเหตุของการปรับตัว
2. ลักษณะการปรับตัวของสิ่งมีชีวิต
3. ปัญหาจากสิ่งแวดล้อมและแนวทางการพัฒนา

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ครูและนักเรียนอภิปรายถึงการจะมีชีวิตรอดในสถานการณ์ต่าง ๆ และสรุปถึงการปรับตัวและการพัฒนาบริเวณที่อยู่

ขั้นใช้อุสสารวิทยาศาสตร์

1. แจกอุสสารวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนคนละ 1 ฉบับ ในการสอนแต่ละครั้ง
2. ให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมที่กำหนดไว้ในอุสสารวิทยาศาสตร์ทุกกิจกรรม
3. สุ่มนักเรียนบางคนออกมารายงานผลการปฏิบัติตามกิจกรรม

ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปวิธีการพัฒนาและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของชุมชน

สื่อการเรียนการสอน

1. สไลด์
2. อุสสารวิทยาศาสตร์ ฉบับที่ 9 และฉบับที่ 10

การวัดและประเมินผล

ตรวจผลงานจากการที่นักเรียนรายงานเรื่องการพัฒนาสิ่งแวดล้อมของโรงเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

เรื่อง ระบบนิเวศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

จำนวน 50 ข้อ เวลา 30 นาที

- คำสั่ง 1. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวในแต่ละข้อ แล้วเขียนเครื่องหมาย **X** ให้ตรงกับตัวเลือก ก ข ค ง และ จ ในกระดาษคำตอบ ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ~~X~~ ทับตัวเลือกเดิมก่อนแล้วจึงเลือกคำตอบใหม่
2. ห้ามขีดเขียนเครื่องหมาย หรือข้อความใดๆ ลงในแบบทดสอบ
3. เมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้วให้นักเรียนคืนแบบทดสอบพร้อมกระดาษคำตอบกับผู้คุมสอบ

1. กลุ่มสิ่งมีชีวิต หมายถึงอะไร

- ก. สิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ
- ข. สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน
- ค. สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันที่อาศัยอยู่ร่วมกัน
- ง. สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันที่อาศัยอยู่ในที่ต่างกัน
- จ. สิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ ที่อาศัยอยู่ในที่เดียวกัน

2. ข้อใดหมายถึง "กลุ่มสิ่งมีชีวิต"

- ก. ต้นมะพร้าวตามชายหาด
- ข. ในห้องเรียนมีครูและนักเรียน
- ค. แมลงสาบในท่อระบายน้ำ
- ง. กอตะไคร้
- จ. นกพิราบตามหลังคาโบสถ์

3. ระบบนิเวศแบบป่าที่มีลักษณะสมบูรณ์แบบ

- ก. ริมตลิ่งในกระถางต้นไม้
- ข. มีนกหลายตัวอยู่บนสายไฟฟ้า
- ค. ได้ขอนไม้มีปลวกและมดอาศัยอยู่
- ง. บริเวณสระน้ำมีทั้งพืชและสัตว์อาศัยอยู่
- จ. สัตว์ป่าในสวนสัตว์เปิด

4. ลักษณะใดไม่เป็นสิ่งแวดล้อมของมนุษย์

- ก. ฉันมีเพื่อนหลายคน
- ข. อากาศวันนี้ร้อนอบอ้าว
- ค. วันนี้ฉันรู้สึกไม่ค่อยสบาย
- ง. บ้านเรามีสัตว์เลี้ยงหลายตัว
- จ. พื้นที่ห้องมีกระดาษเกลื่อนกลาด

5. เมื่อสมศรีสำรวจบริเวณสวนหลังโรงเรียนได้แบ่งสิ่งที่พบเป็น 2 พวก พวกที่ 1 มีแมลงบอ ผีเสื้อ นก พวกที่ 2 มีมะม่วง ไข่ หนู่า ต้นสั๊ก กลัวย นักเรียนคิดว่าสมศรีจะอะไร เป็นเกณฑ์ในการแบ่ง

- ก. พืชและสัตว์
- ข. สิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต
- ค. พวกที่เคลื่อนที่ได้และพวกที่เคลื่อนที่ไม่ได้
- ง. พวกที่กินอาหารและไม่กินอาหาร
- จ. พวกที่เป็นอาหารคนและพวกที่ไม่เป็นอาหารของคน

6. ถ้าในระบบนิเวศแห่งหนึ่งประกอบด้วย เสือ กวาง ไก่ ก้อนหิน ดินและต้นไม้แล้วเกณฑ์ ใดที่เหมาะสมที่สุดในการแบ่งสิ่งเหล่านี้ออกเป็น 2 กลุ่ม

- ก. พืชและสัตว์
- ข. ผู้ผลิตและผู้บริโภค
- ค. สิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต
- ง. สัตว์สี่เท้าและสัตว์สองเท้า
- จ. ผู้บริโภคพืชและผู้บริโภคสัตว์

7. "สิ่ง" ควรจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกับสิ่งมีชีวิตชนิดใด

- ก. คน
- ข. ม้า
- ค. ช้าง
- ง. สิ่งโต
- จ. จิงโจ้

8. สัตว์ในระบบนิเวศหนึ่งประกอบด้วย เสือ กวาง เขี้ยว นอน วัว ถ้าใช้ลักษณะสัตว์ที่กินสัตว์และสัตว์ที่กินพืช เป็นเกณฑ์ในการแบ่งสัตว์เหล่านี้เป็น 2 กลุ่ม แต่ละกลุ่มจะประกอบด้วยสัตว์ชนิดใด

- ก. เสือ กวาง วัว และ เขี้ยว นอน
- ข. เสือ เขี้ยว และ กวาง นอน วัว
- ค. เสือ กวาง และ เขี้ยว นอน วัว
- ง. เสือ กวาง เขี้ยว และ นอน วัว
- จ. เสือ เขี้ยว นอน และ กวาง วัว

9. นักเรียนคนหนึ่งต้องการศึกษาว่าสัตว์ชนิดต่างๆ จะกินอาหารชนิดอะไรบ้าง เขาจึงทดลองนำอาหารชนิดต่างๆ ให้สัตว์กิน สังเกตและบันทึกข้อมูลได้ผลตามตาราง

ชนิดของสัตว์	อาหารที่กิน
กระต่าย	พืช
ไก่	พืชและสัตว์
แมว	สัตว์
ปลา	พืชและสัตว์

จากข้อมูลในตาราง ข้อสรุปใดถูกต้อง

- ก. ไก่และแมวกินสัตว์เป็นอาหาร
- ข. แมวเป็นสัตว์ที่กินสัตว์เป็นอาหาร
- ค. กระต่ายเป็นสัตว์ที่กินพืชเป็นอาหาร
- ง. ปลาและไก่เป็นสัตว์ที่กินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหาร
- จ. สัตว์มีทั้งประเภทกินสัตว์ กินพืช และกินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหาร

10. การถ่ายทอดอาหารจากสิ่งมีชีวิตหนึ่งไปยังสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง เรียกว่าอะไร

- ก. ผู้ผลิต
- ข. ผู้บริโภค
- ค. ระบบนิเวศ
- ง. สายใยอาหาร
- จ. ห่วงโซ่อาหาร

11. ห่วงโซ่อาหาร หมายถึงอะไร

- ก. ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต
- ข. การกินอาหารต่อกันเป็นทอดๆ ของสิ่งมีชีวิต
- ค. การสร้างอาหารของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในธรรมชาติ
- ง. การถ่ายทอดพลังงานของสิ่งมีชีวิตหนึ่งไปสู่สิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง
- จ. การพึ่งพาอาศัยกันระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิตในธรรมชาติ

12. ผู้ผลิตหมายถึงอะไร

- ก. สิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารขึ้นเองได้
- ข. สิ่งมีชีวิตที่ดำรงชีวิตโดยไม่กินสิ่งมีชีวิตเป็นอาหาร
- ค. สิ่งมีชีวิตที่ดำรงชีวิตโดยกินสิ่งมีชีวิตอื่นๆ เป็นอาหาร
- ง. สิ่งมีชีวิตที่ต้องการอาหารแต่ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้
- จ. สิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารเองได้และกินสิ่งอื่นเป็นอาหาร

13. จากแผนภาพ ข้อใดเป็นผู้บริโภคอันดับ 2

ผักกาด → หนอน → แมลง → กบ → คน

- ก. กบ
- ข. คน
- ค. หนอน
- ง. แมลง
- จ. ผักกาด

14. จากแผนภาพข้อ 13 อะไรคือผู้ผลิต

- ก. กบ
- ข. คน
- ค. หนอน
- ง. แมลง
- จ. ผักกาด

15. ข้อใดเป็นผู้บริโภคอันดับ 1

- ก. คนกินไก่
- ข. เสือกินวัว
- ค. แมวกินปลา
- ง. นกกินหนอน
- จ. กระต่ายกินผัก

16. ไก่กินผักกาด กระต่ายกินผักกาด หนอนกินผักกาด แล้วนกกินหนอน การกินกันเป็นทอดๆ

ลักษณะนี้ข้อมูลใดสนับสนุนความคิดดังกล่าว

- ก. อาหารของนก
- ข. อาหารของไก่
- ค. อาหารของหนอน
- ง. อาหารของกระต่าย
- จ. อาหารของไก่ หนอน กระต่าย

17. ในระบบนิเวศหนึ่งประกอบด้วย คน แมลง นก และพืช ถ้าจะเขียนเป็นแผนภาพแสดง

ห่วงโซ่อาหาร ข้อใดเขียนได้ถูกต้อง

- ก. แมลง→พืช→นก→คน
- ข. พืช→แมลง→นก→คน
- ค. นก→แมลง→พืช→คน
- ง. คน→นก→แมลง→พืช
- จ. คน→แมลง→นก→พืช

18. ปฏิกริยาข้อใดไม่เกิดขึ้นในต้นถั่วขณะที่อยู่ใต้มีด

- ก. การหายใจ
- ข. การนำใช้พลังงาน
- ค. การสังเคราะห์แสง
- ง. การเปลี่ยนน้ำตาลเป็นแป้ง
- จ. การเปลี่ยนน้ำตาลเป็นไขมัน

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 19–20

ในช่วงมกราคม สมศรีเกิดความสงสัยว่า... ถ้าใช้ดินต่างชนิดกันปลูกต้นไม้จะหาว่าต้นไม้มั่งเจริญเติบโตได้ดีเหมือนกันหรือไม่..... ครูจึงให้นักเรียนออกแบบการทดลองและร่วมกันอภิปรายดังต่อไปนี้

1. ชนิดของดินที่นำมาปลูก
2. ชนิดและ ขนาดของพืชที่นำมาปลูก
3. สิ่งแวดล้อมที่วางภาชนะที่ปลูกพืช
4. ขนาดและ ชนิดของภาชนะที่นำมาใช้
5. การรดน้ำและตำแหน่งการปลูกพืชลงในภาชนะที่ปลูก

19. ถ้าสมศรีต้องการศึกษาว่า "ดินต่างชนิดกันมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือไม่" สมศรีควรจัดสิ่งใดให้ต่างกัน

- ก. ข้อ 1
- ข. ข้อ 2
- ค. ข้อ 3
- ง. ข้อ 4
- จ. ข้อ 5

20. ในการทดลองนี้ สิ่งที่สมศรีต้องจัดให้เหมือนกันคือข้อใด

- ก. 1 2 3 4
- ข. 2 3 4 5
- ค. 3 4 5 1
- ง. 4 5 1 2
- จ. 5 1 2 3

21. สมศรีทดลองเพาะเมล็ดถั่ว 800 เมล็ด โดยแช่น้ำไว้ 1 คืนแล้วแบ่งออกเป็น 8 กอง กองละ 100 เมล็ด นำไปปลูกในกระถางที่มีชนิดเดียวกัน ปริมาณเท่ากัน บันทึกจำนวนเมล็ดที่งอกดังตาราง

กระถางเพาะเมล็ดถั่ว	จำนวนเมล็ดที่งอก			
	อุณหภูมิสูง		อุณหภูมิต่ำ	
	สว่าง	มืด	สว่าง	มืด
รดน้ำวันละ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร				
รดน้ำวันละ 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร				

นักเรียนคิดว่า สมศรีตั้งสมมติฐานว่าอย่างไร จึงทำการทดลองเช่นนี้

- แสงสว่าง อุณหภูมิ และปริมาณน้ำ มีผลต่อการงอกของเมล็ด
- แสงสว่าง อุณหภูมิ และชนิดของดิน มีผลต่อการงอกของเมล็ด
- แสงสว่าง อุณหภูมิ และชนิดของเมล็ด มีผลต่อการงอกของเมล็ด
- ชนิดของเมล็ด อุณหภูมิ และปริมาณน้ำ มีผลต่อการงอกของเมล็ด
- ชนิดของเมล็ด แสงสว่าง และปริมาณน้ำ มีผลต่อการงอกของเมล็ด

ให้นักเรียนใช้ข้อมูลจากตารางตอบคำถามข้อ 22

กระป๋องที่	จำนวนเมล็ดที่เพาะ	สิ่งแวดล้อม	จำนวนต้นที่งอก	การเจริญเติบโต
1	50	มีน้ำ , มีแสง	40	เจริญไม่เท่ากัน ใบเขียว ลำต้นสูง
2	15	มีน้ำ , มีแสง	14	ลำต้นและใบใหญ่ ใบเขียว
3	15	มีน้ำ , ไม่มีแสง	10	ลำต้นขาว สูง ใบเหลือง
4	15	ไม่มีน้ำ , มีแสง	8	เติบโตระยะแรกต่อมาเหี่ยว

22. นักเรียนคิดว่า เราสามารถนำความรู้จากการทดลองนี้ ไปใช้ประโยชน์ในเรื่องใด

- ก. การปลูกต้นไม้ต้องใช้น้ำ
- ข. การปลูกต้นไม้ต้องใช้น้ำ
- ค. การปลูกต้นไม้ต้องใช้น้ำ
- ง. การปลูกต้นไม้ต้องใช้น้ำ
- จ. การปลูกต้นไม้ต้องใช้น้ำ ดิน แสง น้ำ และพื้นที่

23. การบอกการเจริญเติบโตของพืช ควรระบุตามข้อใดจึงเหมาะสม

- ก. จำนวนใบ
- ข. ขนาดของผล
- ค. สีเขียวของใบ
- ง. ความยาวของราก
- จ. ปริมาณแป้งที่สะสมอยู่ในใบ

24. ในเมืองที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อยู่มากๆ นักเรียนจะมีวิธีการลดปริมาณก๊าซดังกล่าวนี้
อย่างไร

- ก. ปลูกต้นไม้มากๆ
- ข. ใช้จักรยานแทนรถยนต์
- ค. ออกกฎหมายห้ามสูบบุหรี่
- ง. ติดตั้งเครื่องเพิ่มออกซิเจน
- จ. สร้างสวนสัตว์ในเมืองให้มากขึ้น

25. ถ้าเราเลี้ยงปลาและพืชน้ำรวมกันภาชนะที่ปิดสนิท ทั้งปลาและพืชน้ำจะมีชีวิตอยู่ได้นานกว่าเลี้ยงปลาหรือเลี้ยงพืชน้ำอย่างเดียว ทั้งนี้เป็นเพราะเหตุใด

- ก. ปลาต้องอาศัยพืชน้ำ
- ข. พืชน้ำต้องพึ่งพาอาศัยปลา
- ค. ปลาและพืชน้ำต่างพึ่งพาอาศัยกัน
- ง. ปลาต้องอาศัยพืชน้ำ แต่พืชน้ำไม่ต้องอาศัยปลา
- จ. ปลาไม่ต้องอาศัยพืชน้ำ แต่พืชน้ำต้องพึ่งพาอาศัยปลา

26. การเลี้ยงปลาในสาหร่ายในกระป๋องที่ปิด เมื่อเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สิ่งที่จะหาทำให้ก๊าซนี้ลดลงคืออะไร

- ก. น้ำ
- ข. ปลา
- ค. กระป๋อง
- ง. สาหร่าย
- จ. ปลาและสาหร่าย

27. จากบทร้อยกรอง "เสื่อพี่เพราะปารก นพารกเพราะเสื่อยัง" ตรงกับความสัมพันธ์ข้อใด

- ก. ต่างฝ่ายต่างเสียประโยชน์
- ข. ผลัดกันได้และเสียประโยชน์
- ค. ต่างได้ประโยชน์ร่วมกันทั้งสองฝ่าย
- ง. ฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์อีกฝ่ายหนึ่งเสียประโยชน์
- จ. ฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์อีกฝ่ายหนึ่งไม่ได้เสียประโยชน์

28. การที่ฝักระเจดมีนามสีขาวทึบลำต้น เพื่อประโยชน์อะไร

- ก. เพื่อให้ลอยน้ำได้ดี
- ข. เพื่อให้ต้นชูค้ำน้ำได้ดี
- ค. เพื่อป้องกันสัตว์มากินลำต้น
- ง. เพื่อช่วยให้น้ำจากลำต้นระเหย
- จ. เพื่อป้องกันของเสียในน้ำไม่ให้เข้าสู่ลำต้น

29. การปรับตัวแบบชั่วคราวของสิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากอะไร

- ก. เพื่อหาเหยื่อ
- ข. เพื่อผสมพันธุ์
- ค. เพื่อสะสมอาหาร
- ง. เพื่อความอยู่รอด
- จ. เพื่อพึ่งพาอาศัยกัน

30. เหตุใดต้นไม้ที่ขึ้นอยู่ใกล้อาคาร จึงมีลำต้นเอนออกจากอาคาร
- ลำต้นสูงขึ้นไม่ได้
 - แสงที่เข้ามาได้ไม่เต็มที่
 - ต้องการได้รับแสงแดด
 - ได้รับอาหารไม่เพียงพอ
 - ได้รับอากาศไม่เพียงพอ
31. ปลาหมึกมีสีด้านหลังเข้มกว่าด้านท้อง ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อปลาอย่างไร
- พรางตัวศัตรู
 - ป้องกันแสงแดด
 - เคลื่อนไหวได้ดีขึ้น
 - กลมกลืนธรรมชาติ
 - ลูกอ่อนที่เกิดจะตายน้อยลง
32. สิ่งมีชีวิตข้อใดมีการปรับตัวในลักษณะเดียวกับพืชที่เบนเข้าหาแสง
- ผีเสื้อมีสีลึกลับสวยงาม
 - จิ้งจกเปลี่ยนสีผิวหนัง
 - ต้นกระบองเพชรไม่มีใบ
 - ตัวหึ่งห้อยมีแสงสว่างในตัว
 - เมล็ดขางมีลักษณะ เป็นปีกเพื่อให้อากาศพัดพาไป
33. ข้อใดแสดงถึงความสำคัญของการปรับตัวที่มีต่อสิ่งมีชีวิต
- เพื่อหาอาหาร
 - เพื่อความสวยงาม
 - เพื่อความปลอดภัย
 - เพื่อการดำรงชีวิต
 - เพื่อการเจริญเติบโต

34. สิ่งต่อไปนี้คือ "กึ่งกำเปลี่ยนสีผิวตามสิ่งแวดลอม, เป็ดมีขนเป็นมัน, ผักกระเจตมีนวมสีขาว, พืชเบนเข้าหาแสง" ถ้าวแบ่งเป็น 2 กลุ่ม โดยการใช้อะไรการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดลอมแบบชั่วคราวและแบบถาวรเป็นเกณฑ์ (แบบพันธุกรรม) แต่ละกลุ่มจะประกอบด้วยอะไรบ้าง

- ก. กึ่งกำเปลี่ยนสีผิวตามสิ่งแวดลอม เป็ดมีขนเป็นมัน และ ผักกระเจตมีนวมสีขาว พืชเบนเข้าหาแสง
- ข. กึ่งกำเปลี่ยนสีผิวตามสิ่งแวดลอม ผักกระเจตมีนวมสีขาว และ เป็ดมีขนเป็นมัน พืชเบนเข้าหาแสง
- ค. กึ่งกำเปลี่ยนสีผิวตามสิ่งแวดลอม พืชเบนเข้าหาแสง และ เป็ดมีขนเป็นมัน ผักกระเจตมีนวมสีขาว
- ง. กึ่งกำเปลี่ยนสีผิวตามสิ่งแวดลอม เป็ดมีขนเป็นมัน ผักกระเจตมีนวมสีขาว และ พืชเบนเข้าหาแสง
- จ. กึ่งกำเปลี่ยนสีผิวตามสิ่งแวดลอม และ เป็ดมีขนเป็นมัน ผักกระเจตมีนวมสีขาว พืชเบนเข้าหาแสง

35. ในสมัยโบราณเรามีสัตว์หลายชนิด เช่น ไคโนเสาร์ แต่ปัจจุบันไม่มีแล้ว นักเรียนคิดว่า เป็นเพราะเหตุใด

- ก. มันไม่มีอาหารกิน
- ข. เป็นโรคระบาดตายหมด
- ค. สภาพแวดลอมไม่เหมาะสม
- ง. ไคโนเสาร์มีขนาดใหญ่เกินไป
- จ. ไคโนเสาร์ไม่สามารถปรับตัวได้

36. สภาพดิน ฟ้า อากาศ สมัยก่อนไม่แปรปรวนมากเท่าปัจจุบัน นักเรียนคิดว่ามีสาเหตุมาจากอะไร

- ก. สงคราม
- ข. การทำฝนเทียม
- ค. การตัดไม้ทำลายป่า
- ง. การหมุนผิดปกติของโลก
- จ. การทดลองระเบิดปรมาณู

37. การเคลื่อนย้ายที่อยู่อาศัยของสัตว์ นักเรียนคิดว่าน่าจะมาจากสาเหตุมากที่สุด
- มีผู้ผลิตเพิ่มขึ้น
 - การแย่งที่อยู่อาศัย
 - ระบบนิเวศไม่สมดุล
 - มีผู้บริโภคมามากเกินไป
 - ที่อยู่อาศัยมีสภาพที่ดีกว่า
38. ต่อไปนี้ ต้นน้ำ น้ำท่วม ก๊าซออกซิเจน ผนแล้ง ทะเลทราย ถ้าแบ่งเป็นกลุ่มที่เกิดขึ้นเมื่อมีป่าไม้ และ กลุ่มที่เกิดขึ้นเมื่อไม่มีป่าไม้ แต่ละกลุ่มจะประกอบด้วยอะไรบ้าง
- ต้นน้ำ น้ำท่วม และ ก๊าซออกซิเจน ผนแล้ง ทะเลทราย
 - ต้นน้ำ และ น้ำท่วม ก๊าซออกซิเจน ผนแล้ง ทะเลทราย
 - ต้นน้ำ ก๊าซออกซิเจน และ น้ำท่วม ผนแล้ง ทะเลทราย
 - ต้นน้ำ ก๊าซออกซิเจน น้ำท่วม และ ผนแล้ง ทะเลทราย
 - ต้นน้ำ ผนแล้ง ทะเลทราย น้ำท่วม และ ก๊าซออกซิเจน
39. วันหนึ่งสมศรีพบว่า ปลาทองที่เลี้ยงไว้ในตู้กระจกว่ายน้ำผุดขึ้นผุดลงตลอดเวลาถ้านักเรียนเป็นสมศรี นักเรียนคิดว่ามีสาเหตุมาจากอะไร
- ปลากำลังขาดอาหาร
 - ปลากำลังขาดอากาศ
 - เป็นธรรมชาติของปลา
 - ปลาขึ้นมาว่ายน้ำเล่นที่ผิวน้ำ
 - ปลาเกิดความกลัวอะไรบางอย่าง
40. จากสาเหตุข้อ 39 ถ้านักเรียนเป็นสมศรี นักเรียนจะหาอย่างไร
- เพิ่มอาหารให้ปลา
 - ติดเครื่องกรองน้ำ
 - เพิ่มก๊าซออกซิเจน
 - เปลี่ยนภาชนะใหม่
 - ปล่อยให้อยู่ในสภาพเดิม

41. ข้อใดคือความหมายของการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ

- ก. การใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้น้อยที่สุด
- ข. การรักษาทรัพยากรธรรมชาติให้คงสภาพเดิม
- ค. การรักษาและสร้างทรัพยากรธรรมชาติให้เพิ่มมากขึ้น
- ง. การใช้ทรัพยากรธรรมชาติหมุนเวียนเพื่อให้ใช้ได้นานและสูญเสียไปให้น้อยที่สุด
- จ. การใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์มากที่สุดและเกิดความสูญเสียไปให้น้อยที่สุด

42. ในจังหวัดสมุทรปราการ มลภาวะทางอากาศมีสาเหตุมาจากข้อใดมากที่สุด

- ก. เรือประมง
- ข. บ่อเลี้ยงปลา
- ค. การคมนาคมขนส่ง
- ง. โรงงานอุตสาหกรรม
- จ. การใช้ยาปราบศัตรูพืช

43. ปัจจุบันมีการออกข่าวชักชวนให้ประชาชนช่วยกันปลูกต้นไม้เพื่ออะไร

- ก. เพื่อให้ฝนตก
- ข. เพื่อป้องกันน้ำท่วม
- ค. เพื่อความสวยงาม
- ง. เพื่อรักษาสมดุลธรรมชาติ
- จ. เพื่อให้มีแหล่งอาหารเพิ่มขึ้น

44. ถ้าป่าไม้และต้นไม้ถูกทำลายหมดไปจากโลก ผลกระทบที่เกิดขึ้นในข้อใดที่มีผลต่อมนุษย์มากที่สุด

- ก. เกิดภาวะแห้งแล้ง
- ข. แม่น้ำสาธารต้นเหือด
- ค. เกิดน้ำท่วมอย่างฉับพลัน
- ง. เกิดภาวะขาดแคลนอาหาร
- จ. ก๊าซออกซิเจนในอากาศมีปริมาณน้อยลง

45. การที่ประชากรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว นักเรียนคิดว่ามีสาเหตุมาจากข้อใด

- ก. ความเจริญทางจริยธรรม
- ข. ความเจริญทางวัฒนธรรม
- ค. ความเจริญทางการศึกษา
- ง. ความเจริญทางการแพทย์
- จ. ความเจริญทางเทคโนโลยี

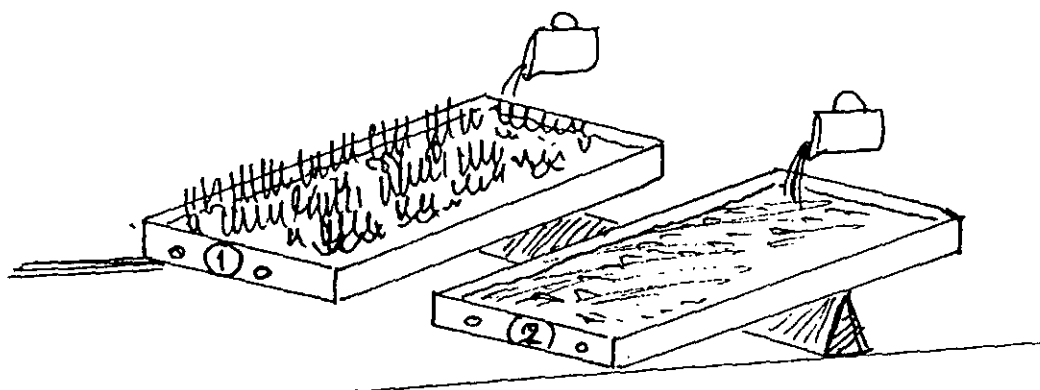
46. การที่ตึกแตกเป็นจำนวนมาก ได้เข้ามาระบาดกีดกันพืชผลของเกษตรกร นักวิจัยคิดว่ามีสาเหตุมาจากอะไร

- ก. การปรับค่าของสิ่งมีชีวิต
- ข. การเสียสมดุลในธรรมชาติ
- ค. การคัดเลือกพันธุ์ตามธรรมชาติ
- ง. การแปรผันทางกรรมพันธุ์ในรุ่นลูก
- จ. การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเศรษฐกิจ

นำข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 47-48

จากการทดลองเพื่อแสดงว่า พืชช่วยยึดหน้าดินดังนี้

1. จัดดินร่วน 2 กระบะให้เท่ากันและปลูกหญ้าในกระบะที่ 1
2. จัดกระบะทั้งสอง ให้เอียงประมาณ 15 องศา
3. เทน้ำปริมาณเท่ากันลงในกระบะทั้งสองในเวลาเดียวกันและความเร็วเท่ากัน



47. นักเรียนคิดว่าการไหลของน้ำในกระบอกที่ 1 กับกระบอกที่ 2 จะเป็นอย่างไร

- ก. การไหลของน้ำในกระบอกทั้งสองจะพร้อมกัน
เนื่องจากระดับน้ำในระดับเดียวกัน
- ข. การไหลของน้ำในกระบอกที่ 1 จะไหลช้ากว่ากระบอกที่ 2
เพราะมีผู้อ้อยู่เต็มกระบอก
- ค. การไหลของน้ำในกระบอกที่ 2 จะไหลช้ากว่ากระบอกที่ 1
เพราะน้ำไหลซึมผ่านดินร่วน
- ง. การไหลของน้ำในกระบอกทั้งสองจะพร้อมกัน
เพราะเอียงกระบอก เท่ากันคือ 15 องศา
- จ. การไหลของน้ำในกระบอกทั้งสองจะพร้อมกัน
เพราะน้ำที่ใส่รดในกระบอก เป็นชนิดเดียวกัน

48. ตัวแปรที่ไม่ต้องควบคุมในการทดลองนี้คือข้อใด

- ก. ชนิดของดิน
- ข. ขนาดของกระบอก
- ค. ปริมาณของน้ำที่รด
- ง. หน้าที่ปลูกในกระบอก
- จ. เวลาที่รดน้ำลงในกระบอก

49. นักเรียนคิดว่า การชักชวนกันปลูกต้นไม้ ปลูกป่าในโครงการป่าเฉลิมพระเกียรติ มีจุดประสงค์เพื่ออะไร

- ก. เพื่อให้เศรษฐกิจดีขึ้น
- ข. เพื่อให้มีที่อยู่อาศัยเพิ่มขึ้น
- ค. เพื่อให้เกิดความสวยงาม
- ง. เพื่อให้มีพันธุ์ไม้ไว้ให้ลูกหลาน
- จ. เพื่อรักษาสภาพสมดุลธรรมชาติ

50. นักเรียนจะปฏิบัติตนอย่างไร จึงจะได้ชื่อว่า "ผู้นุรักษ์สิ่งแวดล้อม"

- ก. ไม่ตัดต้นไม้โดยเด็ดขาด
- ข. ไม่ทิ้งขยะมูลฝอยในที่สาธารณะ
- ค. เข้าไปอยู่อาศัยในป่าเพื่อชื่นชมธรรมชาติ
- ง. ใช้สารเคมีที่มีประสิทธิภาพสูงกำจัดศัตรูพืช
- จ. ใช้แรงงานคนและสัตว์ในการประกอบการเกษตรและอุตสาหกรรม

แบบทดสอบ

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

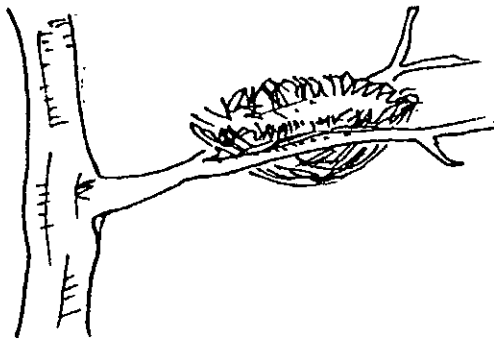
เรื่อง ระบบนิเวศ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑

ชื่อ..... เลขที่

โรงเรียน.....อำเภอ.....จังหวัด.....

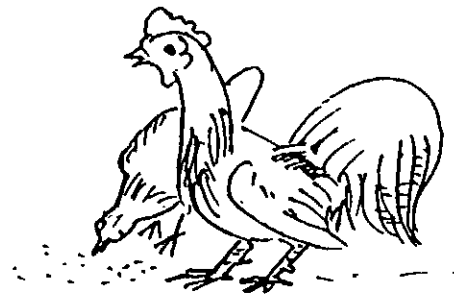
ความสัมพันธ์



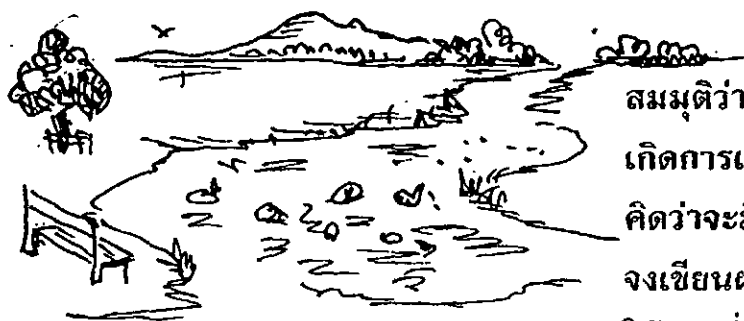
เมื่อนักเรียนเห็นรังนก
นักเรียนนึกถึงอะไร
ที่มีความเกี่ยวข้องกับรังนก
เขียนชื่อสิ่งที่เกี่ยวข้องกับ
รังนกให้มากที่สุด

ระลึกและนึกถึง

เมื่อนักเรียนเห็นไก่
นักเรียนนึกถึงห่วงโซ่อาหารอะไรบ้าง
จงเขียนห่วงโซ่อาหารให้มากที่สุด
โดยเริ่มต้นจากไก่



ผลที่จะเกิดตามมา



สมมุติว่าแหล่งน้ำในชุมชนของนักเรียน
เกิดการเน่าเสียอย่างมาก นักเรียน
คิดว่าจะมีผลต่อระบบนิเวศอย่างไร
จงเขียนผลที่เกิดขึ้นกับระบบนิเวศ
ให้มากที่สุดที่นักเรียนจะเขียนได้

[illegible]

ตาราง 8 คะแนนผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และ
ทดสอบหลังเรียน (Post-test) ของกลุ่มควบคุม

คนที่	ก่อนเรียน (Pre-test)	หลังเรียน (Post-test)	ผลต่าง (D)
1	13	26	13
2	21	26	5
3	33	37	4
4	17	27	10
5	29	30	1
6	34	25	-9
7	25	28	3
8	21	26	5
9	23	36	13
10	30	27	-3
11	22	24	2
12	25	27	2
13	30	32	2
14	24	37	13
15	21	37	16
16	21	31	10
17	34	38	4
18	22	24	2
19	21	31	10
20	30	34	4

ตาราง 8 (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน (Pre-test)	หลังเรียน (Post-test)	ผลต่าง (D)
21	26	35	9
22	27	33	6
23	28	35	7
24	30	29	-1
55	22	26	4
26	27	35	8
27	18	34	16
28	28	35	7
29	28	36	8
30	26	26	0

ตาราง 9 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และทดสอบหลังเรียน (Post-test) ของกลุ่มทดลอง

คนที่	ก่อนเรียน (Pre-test)	หลังเรียน (Post-test)	ผลต่าง (D)
1	30	38	8
2	32	36	4
3	29	36	7
4	34	32	-2
5	29	38	9
6	32	38	6
7	28	39	11
8	24	33	9
9	33	35	2
10	32	35	3
11	18	40	22
12	34	36	2
13	29	36	7
14	27	37	10
15	32	39	7
16	32	36	4
17	35	38	3
18	33	37	4
19	30	31	1
20	35	33	-2

ตาราง 9 (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน (Pre-test)	หลังเรียน (Post-test)	ผลต่าง (D)
21	28	36	8
22	28	41	13
23	34	32	-2
24	34	38	4
55	35	24	-11
26	21	31	10
27	35	35	0
28	36	33	-3
29	36	35	-1
30	39	30	-9

ตาราง 10 แสดงคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และ
ทดสอบหลังเรียน (Post-test) ของกลุ่มทดลอง

คนที่	ก่อนสอน				หลังสอน				ผลต่าง D
	คิดคล่อง	คิดยืดหยุ่น	คิดริเริ่ม	รวม	คิดคล่อง	คิดยืดหยุ่น	คิดริเริ่ม	รวม	
1	17	10	5	32	21	14	7	42	10
2	20	9	6	35	26	17	5	48	13
3	23	11	1	35	35	16	4	55	20
4	36	15	23	74	39	17	10	66	-8
5	15	9	8	32	29	17	7	53	21
6	42	14	8	64	43	26	13	82	18
7	21	16	9	46	42	20	13	75	11
8	35	20	13	68	37	24	19	80	12
9	23	9	5	37	39	18	11	68	31
10	21	11	1	33	30	17	8	55	22
11	25	9	4	38	32	21	10	63	25
12	14	6	5	25	39	19	14	72	42
13	24	9	9	42	18	14	8	40	-2
14	32	13	10	55	32	20	15	67	12
15	31	10	14	55	31	22	19	72	17
16	27	9	5	41	34	22	12	68	22
17	36	12	12	60	25	19	4	48	-12

ตาราง 10 (ต่อ)

คนที่	ก่อนสอน				หลังสอน				ผลต่าง D
	คิดคลอง	คิดยัดหย่น	คิดรีเริ่ม	รวม	คิดคลอง	คิดยัดหย่น	คิดรีเริ่ม	รวม	
18	36	11	15	62	40	21	15	76	14
19	22	11	10	43	32	25	15	72	29
20	27	10	9	46	37	20	17	74	28
21	16	9	0	25	36	24	7	67	42
22	18	9	0	37	29	19	13	61	34
23	24	11	3	38	27	18	13	58	20
34	16	9	2	27	27	13	7	47	20
25	23	9	5	37	41	26	9	76	39
26	20	8	1	29	26	15	8	23	-6
27	19	7	2	28	25	19	12	56	28
28	18	10	14	42	29	18	9	56	14
29	15	9	0	24	28	18	10	56	32
30	22	9	1	32	30	17	7	54	22
$\bar{X}$	23.93	10.47	6.67	39.4	31.97	19.20	10.70	61.00	
SD	7.44	2.81	5.55	13.46	6.38	3.46	4.10	13.43	

 $\Sigma = 525$

ตาราง 11 แสดงคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และ
ทดสอบหลังเรียน (Post-test) ของกลุ่มควบคุม

คนที่	ก่อนสอน				หลังสอน				ผลต่าง D
	คิดคล่อง	คิดยืดหยุ่น	คิดริเริ่ม	รวม	คิดคล่อง	คิดยืดหยุ่น	คิดริเริ่ม	รวม	
1	9	7	3	19	30	17	13	60	41
2	13	7	1	21	16	12	3	31	10
3	8	9	6	23	10	6	0	16	-7
4	10	6	2	18	17	12	0	19	1
5	14	8	0	22	20	14	3	37	15
6	15	9	4	28	19	11	5	25	-3
7	8	6	4	18	17	14	4	35	17
8	10	6	5	21	12	14	2	28	-1
9	16	9	7	32	19	10	2	31	8
10	15	8	2	25	17	11	5	33	3
11	9	6	0	15	10	0	2	18	-1
12	13	7	5	25	14	8	2	24	3
13	10	8	2	20	12	9	2	23	16
14	11	5	0	16	20	10	2	32	2
15	10	8	4	22	12	8	4	24	-7
16	14	11	8	33	15	10	1	26	6
17	14	8	0	22	18	8	2	28	9

ตาราง 11 (ต่อ)

คนที่	ก่อนสอน				หลังสอน				ผลต่าง D
	คิดคลอง	คิดยึดหยุ่น	คิดริเริ่ม	รวม	คิดคลอง	คิดยึดหยุ่น	คิดริเริ่ม	รวม	
18	10	6	0	16	15	8	2	25	-2
19	18	11	4	33	18	10	3	31	-2
20	24	9	2	38	20	12	3	35	-3
21	15	18	5	28	16	9	2	37	-1
22	26	10	8	34	23	9	5	37	3
23	13	7	2	22	18	8	3	26	4
34	16	10	5	31	21	8	4	33	2
25	21	10	14	35	22	11	14	47	12
26	16	8	5	29	20	10	1	31	2
27	18	8	2	28	23	12	4	39	9
28	9	6	6	21	12	8	4	24	3
29	9	6	0	15	20	12	0	32	17
30	11	6	0	17	14	9	2	25	8
X	13.50	7.77	3.53	24.23	17.33	10.20	2.90	30.07	
SD	4.57	1.63	3.18	6.60	4.40	2.51	2.54	8.69	

ตาราง 12 แสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ของคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละด้านก่อน
สอน (Pre-test) และหลังสอน (Post-test) ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

	คะแนนเฉลี่ยคิดคล่อง		คะแนนเฉลี่ยคิดยืดหยุ่น		คะแนนเฉลี่ยคิดริเริ่ม		รวม	
	ทดลอง	ควบคุม	ทดลอง	ควบคุม	ทดลอง	ควบคุม	ทดลอง	ควบคุม
ก่อนสอน	23.93	13.50	10.47	7.77	6.67	3.53	39.4	24.23
หลังสอน	31.97	17.33	19.20	10.20	10.70	2.90	61.00	30.07
ความต่าง D	8.04	3.83	8.73	2.43	4.03	1.53	21.6	5.84

ตาราง 13 แสดงค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ข้อ	กลุ่มคะแนนสูง		กลุ่มคะแนนต่ำ		t
	X_H	S^2_H	X_L	S^2_L	
1	2.38	1.76	0.28	0.19	5.51
2	3.15	1.64	0.23	0.19	7.89
3	2.16	0.92	0.54	0.77	5.85

ตาราง 14 แสดงความแปรปรวนของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นรายข้อ

ข้อที่	X_i	X_i^2	X_i^2
1	751	13345	41.30
2	426	4156	10.53
3	664	10851	40.66

การวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
เป็นรายข้อ

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left[1 = \frac{S^2_t}{S^2_e} \right]$$

n แทน จำนวนข้อสอบ 3

S^2_t แทน ความแปรปรวนรายข้อ

S^2_e แทน ความแปรปรวนทั้งหลาย

$$\begin{aligned} S^2_t &= \frac{N X^2 - (X)^2}{N^2} \\ &= \frac{50 \times 13345 - (751)^2}{50 \times 50} \\ &= \frac{667750 - 564001}{2500} \\ &= \frac{103249}{2500} \end{aligned}$$

$$\text{ข้อ 1} = 41.30$$

$$\begin{aligned}
 & 50 \times 4156 - (426)^2 \\
 = & \frac{207800 - 181476}{2500} \\
 & 25324 \\
 = & \frac{25324}{2500} \\
 \text{ข้อ 2} = & 10.53
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & 50 \times 10850 - (664)^2 \\
 = & \frac{542550 - 440896}{2500} \\
 & 101654 \\
 = & \frac{101654}{2500} \\
 \text{ข้อ 3} = & 40.66
 \end{aligned}$$

ตาราง 15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

คนที่	X	X ²	คนที่	X	X ²
1	35	1089	21	23	529
2	46	2116	22	43	1849
3	23	529	23	61	3721
4	32	1024	24	47	2209
5	31	961	25	54	2916
6	30	900	26	63	3969
7	41	1681	27	51	2601
8	34	1156	28	43	1849
9	32	1024	29	42	1764
10	35	1225	30	25	625
11	45	2025	31	29	841
12	72	5184	32	39	1521
13	29	841	33	25	625
14	56	3136	34	36	1296
15	58	3364	35	28	784
16	36	1296	36	41	1681
17	68	4624	37	53	2809
18	37	1369	38	27	729
19	36	1296	39	28	784
20	38	1444	40	31	619

ตาราง 15 (ต่อ)

คนที่	X	X ²	คนที่	X	X ²
41	22	484	46	17	289
42	30	900	47	17	289
43	18	324	48	29	841
44	35	1225	49	15	225
45	24	576	50	15	225

การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยวิธีหาลัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach)

$$\text{จากสูตร } S^2_{x_i} = \frac{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}{N(N-1)}$$

$$\begin{aligned} S^2_{x_i} &= 41.30 + 10.53 + 40.66 \\ &= 92.49 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} &50 \times 75741 - (1841)^2 \\ &= \end{aligned}$$

$$50(50-1)$$

$$3787050 - 3389281$$

$$=$$

$$50 \times 49$$

$$297769$$

$$=$$

$$2450$$

$$= 162.35$$

$$\text{จากสูตร } \alpha = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{S^2_{\bar{y}}}{S^2_y} \right]$$

$$= \frac{3}{3-1} \left[1 - \frac{92.49}{162.35} \right]$$

$$= \frac{3}{2} \left[1 - 0.57 \right]$$

$$= 1.5 \times 0.43$$

$$= 0.56$$

สถิติที่ใช้ในการคำนวณ

1. สถิติพื้นฐาน

ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)

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

หาค่าความแปรปรวนของคะแนน S^2 คำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา
สายยศ. 2528 : 62)

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

S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

X แทน คะแนนแต่ละตัว

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

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

- IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบ/จุดประสงค์
 ΣR แทน ผลรวมของคะแนนความคิดของผู้เชี่ยวชาญ
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบ

$$r_{cc} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{pq}{S^2_c} \right]$$

- r_{cc} แทน ค่าความเชื่อมั่น
 n แทน จำนวนข้อสอบ
 p แทน สัดส่วนของผู้ทำได้
 จำนวนที่ตอบถูก
 = $\frac{\text{จำนวนคนที่ตอบถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$
 q แทน สัดส่วนของผู้ที่ทำได้ในข้อหนึ่ง คือ $1 - p$
 S^2_c แทน ความแปรปรวนข้อสอบทั้งฉบับ

F - test (บุญเรียง ของศิลป์. 2533 : 15)

$$F = \frac{S^2_1}{S^2_2} \quad F_{n_1 - 1, n_2 - 1}$$

F แทน ค่าที่ใช้ในการพิจารณา F-distribution

S^2_1 แทน ความแปรปรวนที่มีขนาดใหญ่กว่า

S^2_2 แทน ความแปรปรวนที่มีขนาดเล็กกว่า

t-test แบบ Independent ($\sigma^2_1 = \sigma^2_2$) pooled Variance

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_p \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)} \quad df = n_1 + n_2 - 2$$

$$S^2_p = \frac{(n_1 - 1) S^2_1 + (n_2 - 1) S^2_2}{n_1 + n_2 - 2} \quad (\text{pooled Variance})$$

($\sigma^2_1 \neq \sigma^2_2$) Separate Variance

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S^2_1}{n_1} + \frac{S^2_2}{n_2}}}$$

$$df = \frac{[(S^2_1/n_1) + (S^2_2/n_2)]^2}{\frac{(S^2_1/n_1)^2}{n_1 - 1} + \frac{(S^2_2/n_2)^2}{n_2 - 1}}$$

dependent (ล้วน ลายยศ และอังคณา ลายยศ. 2528 : 87)

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

t แทน ค่าใช้พิจารณา t- dtribution

D แทน ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

N แทน จำนวนคู่

3. สถิติที่ใช้ตรวจสอบสมมติฐาน

3.1 ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 1,2 โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test

Independent ในรูปผลต่างของคะแนนก่อนและหลังการทดลอง

$$t = \frac{MD_1 - MD_2}{S_{MD_1 - MD_2}}$$

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

$$S_{MD}^2 - MD = \frac{S^2_{D_1}}{n_1} + \frac{S^2_{D_2}}{n_2}$$

$$S^2_o = \frac{\sum(D_1 - MD_1)^2 + \sum(D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้พิจารณาใน t -distribution

MD_1 แทน ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับ
ก่อนการเรียนของกลุ่มทดลอง

MD_2 แทน ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับก่อน
การเรียนของกลุ่มควบคุม

$S_{MD}^2 - MD$ แทน ค่าความคาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างระหว่างการทดสอบ
หลังการเรียนกับก่อนการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

n_1 แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง

n_2 แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มควบคุม

D_1 แทน ผลต่างระหว่างคะแนนก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มทดลอง

D_2 แทน ผลต่างของคะแนนก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มควบคุม

3.2 ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 3, 4, 5 และ 6 โดยวิธีการทางสถิติ แบบ t-test

Dependent คำนวณจากสูตร

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

เมื่อ t แทน การแจกแจงของ t
D แทน ผลต่างของคะแนนแต่ละคู่
N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นายอดุลย์ ชื่อสกุล วงษ์ใหญ่

เกิดวันที่ 7 เดือนตุลาคม พุทธศักราช 2493

สถานที่เกิด อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี

สถานที่อยู่ปัจจุบัน 234/166 หมู่บ้านธาราทิพย์ ตำบลถนนใหญ่ อำเภอเมือง
จังหวัดลพบุรี 15000

ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน คึกขานีเทศก์ 6 ผู้ช่วยหัวหน้าฝ่ายงานนิเทศและปฏิบัติการสอน

สถานที่ทำงาน หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 6 ลพบุรี

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2513 มศ. 5 จากโรงเรียนอานวยศิลป์ หนองไผ่

พ.ศ. 2516 กศ.บ. (ชีว-เคมี) วิทยาลัยวิชาการศึกษา บางแสน

พ.ศ. 2537 กศ.ม. การมัธยมศึกษา สาขาการสอนวิทยาศาสตร์

จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร