

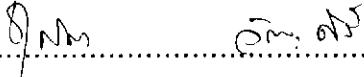
การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์

สารนิพนธ์
ของ
นายปรีวัติ สิงหาเวช .

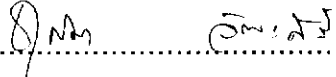
เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
เมษายน 2548
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร และคณะกรรมการสอบ
ได้พิจารณาสารนิพนธ์เรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถใน
การคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์
ของ ปรีวัติ สิงหาเวช ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

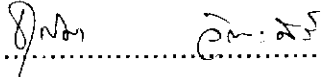
อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

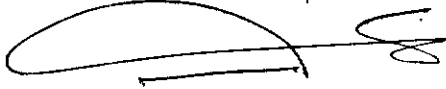

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร. ชูติมา วัฒนศิริ)

ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร


.....
(รองศาสตราจารย์ ดร. ชูติมา วัฒนศิริ)

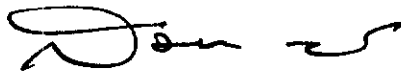
คณะกรรมการสอบ


..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร. ชูติมา วัฒนศิริ)


..... กรรมการสอบสารนิพนธ์
(อาจารย์ ดร. ราชนย์ บุญธิมา)


..... กรรมการสอบสารนิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สรญา ศรีบางพลี)

อนุมัติให้รับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษา
มหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ


..... คณบดีคณะศึกษาศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย ชูชาติ)
วันที่ 24 เดือน เมษายน พ.ศ. 2548

ประกาศคุณูปการ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก รองศาสตราจารย์ ดร.ชุตินา วัฒนศิริ ดร. ราชนันท์ บุญธิมา , ผู้ช่วยศาสตราจารย์สนทยา ศรีบางพลี ผู้ที่กรุณาให้คำแนะนำช่วยเหลือตลอดจนตรวจทานแก้ไขงานวิจัยจนมีคุณภาพดังปรากฏ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความเมตตากรุณาและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณอาจารย์อุดมลักษณ์ นกฟุ้งพุ่ม อาจารย์อรัญญา ศรีแก้ว อาจารย์อาภาภร สิงห์ราช อาจารย์ธงชัย ดันทัฬหไทย ที่ให้ความช่วยเหลือเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจทานแก้ไขจนได้เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ อีกทั้งผู้อำนวยการ ผู้ช่วยผู้อำนวยการ ครูอาจารย์และบุคลากร นักเรียนของโรงเรียนวัดแสงคำที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณบิดาผู้ล่วงลับไปแล้ว และมารดา ญาติพี่น้องทุกคนที่คอยสนับสนุนด้วยดีตลอดมา ตลอดจนเพื่อน และน้องวิชาเอกการมัธยมศึกษาที่คอยเป็นกำลังใจในการทำสารนิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จ

คุณค่าประโยชน์ใด ๆ ที่พึงมีจากสารนิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระบิดา – มารดา ครูอาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

ปรีวิติ สิงหาเวช

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	3
ความสำคัญของการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
ประชากรที่ใช้ในการวิจัย.....	4
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	4
ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย.....	4
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย.....	4
ตัวแปรที่ศึกษา.....	4
ข้อตกลงเบื้องต้น.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
กรอบแนวคิดการวิจัย.....	6
สมมติฐานในการวิจัย.....	6
 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	 7
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิทยาศาสตร์.....	7
ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์.....	7
หลักการของโครงการวิทยาศาสตร์.....	9
จุดหมายของโครงการวิทยาศาสตร์.....	10
ความสำคัญและประโยชน์ของโครงการวิทยาศาสตร์.....	11
ประเภทของโครงการวิทยาศาสตร์.....	13
ขั้นตอนการทำโครงการวิทยาศาสตร์.....	14
บทบาทของผู้เกี่ยวข้องกับการทำโครงการวิทยาศาสตร์.....	21
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีเหตุผล.....	24
ความหมายของการคิด.....	24
พัฒนาการทางการคิดอย่างมีเหตุผล.....	33
แนวทางในการส่งเสริมการคิดอย่างมีเหตุผล.....	36
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า.....	38
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการการสอนด้วยโครงการวิทยาศาสตร์.....	38
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีเหตุผล.....	40

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	44
กำหนดประชากรและการสุ่มตัวอย่าง.....	44
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	45
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	50
การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล.....	50
สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล.....	50
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	54
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	56
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	56
สมมติฐานของการวิจัย.....	56
วิธีดำเนินการวิจัย.....	56
สรุปผลการวิจัย.....	57
อภิปรายผล.....	57
ข้อเสนอแนะ.....	60
บรรณานุกรม.....	61
ภาคผนวก.....	66
ภาคผนวก ก.....	66
ภาคผนวก ข.....	68
ภาคผนวก ค.....	71
ภาคผนวก ง.....	76
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	153

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	การเปรียบเทียบการคิดอย่างมีเหตุผลของเด็กในชั้นปฏิบัติการด้วย รูปธรรมและชั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม.....	28
2	แบบแผนการวิจัยเชิงทดลอง.....	45
3	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนที่ได้รับ การสอนด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์.....	54
4	ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนที่ได้รับ การสอนด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์.....	55
5	ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์.....	69
6	ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่าง มีเหตุผล.....	70
7	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน.....	72
8	คะแนนวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ก่อนเรียนและหลังเรียน.....	74

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

โครงสร้างหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ได้กำหนดให้วิทยาศาสตร์เป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้ในการวางรากฐาน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทางความคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้า และสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ รู้จักใช้ข้อมูลที่หลากหลายในการตัดสินใจ รวมทั้งมีทักษะเทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูล ผู้เรียนจำเป็นต้องได้รับการกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ เผชิญปัญหา มีโอกาสได้คิด และลงมือปฏิบัติจริง ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนจึงต้องคำนึงถึงผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยจัดกระบวนการเรียนการสอนให้เหมาะสมตามความสนใจ และความถนัดของผู้เรียน นอกจากนี้ในการเรียนการสอนต้องส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้มีเจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สิ่งแวดล้อม

วิทยาศาสตร์เป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้หลักในโครงสร้างหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 หลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ตลอดจนการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้ มีความสำคัญอย่างยิ่งในการวางรากฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนแต่ละระดับชั้นให้ต่อเนื่อง เชื่อมโยงตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงมัธยมศึกษาปีที่ 6 ดังนั้น จึงจำเป็นที่จะต้องจัดหลักสูตรแกนกลางที่มีการเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาสาระในแต่ละระดับชั้น การเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะให้ผู้เรียนพัฒนาความคิด ทั้งความคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ รวมถึงทักษะในการใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูล และการจัดการ

ในการสอนวิทยาศาสตร์สิ่งแรกที่ครูตระหนัก คือ การให้นักเรียนได้รับความรู้ให้มากที่สุดเท่าที่หลักสูตรกำหนดให้ จึงพยายามสอนตามแนวการสอนที่มีอยู่ในคู่มือครู เพื่อให้ นักเรียนได้รับข้อสรุปที่ถูกต้อง การสอนของครูมักเป็นการพูดของครูฝ่ายเดียวมากกว่าให้เด็กได้มี โอกาสแสดงออกอย่างอิสระ ในการคิดอย่างมีเหตุผลและค้นคว้าด้วยตนเอง การที่ครูเน้นเรื่อง ปริมาณความรู้ทำให้ละเลยถึงความสนใจของนักเรียน ซึ่งเป็นสำคัญ และสามารถทำให้นักเรียน เรียนวิทยาศาสตร์ได้มากขึ้น หรือมากกว่าที่ครูหรือหลักสูตรคาดหวังไว้ จึงทำให้การเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ไม่บรรลุจุดมุ่งหมายของหลักสูตรเท่าที่ควร ดังจะเห็นได้จากการประเมิน ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดกรมสามัญศึกษา 12 เขตการศึกษา ของหน่วยศึกษานิเทศ กรมสามัญศึกษา พบว่า โดยส่วนรวมอยู่ในระดับต่ำทุกเขตการศึกษา คือ ได้คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่า 50% ของคะแนนเต็ม (กรมสามัญศึกษา, 2531 : 33) และจากการศึกษา

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ปีการศึกษา 2536 ยังพบว่าอยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่า 50 % ของคะแนนเต็ม (สำนักทดสอบทางวิชาการ กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. เล่ม 2 ปี 2536 ไบแทรก)

การเรียนรู้วิธีการทำโครงการเป็นกิจกรรมหนึ่งที่สามารถพัฒนา ส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนให้เต็มศักยภาพ เป็นการเรียนรู้ในสิ่งที่ผู้เรียนเกิดความคิดความสงสัย อยากรู้ สนใจ และต้องการหาคำตอบ (ธัญญ์จุ ชวเหนือ. 2543 : 62) การเรียนรู้ด้วยวิธีการทำโครงการจึงได้รับการบรรจุไว้ในโครงสร้างหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ในช่วงชั้นที่ 1 – 4 โดยในแต่ละช่วงชั้นผู้เรียนจะต้องทำโครงการอย่างน้อย 1 โครงการ (กรมวิชาการ. 2544 : 28 , 41) โครงการวิทยาศาสตร์จึงเป็นกิจกรรมที่ควรจัดให้มีขึ้นในทุกโรงเรียนในปีการศึกษา 2545 ครูทุกคนสามารถจัดกิจกรรมเพื่อให้ให้นักเรียนทำโครงการได้ (สุภาวดี จันทะดี. 2544 : 12) เนื่องจากโครงการวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานของการทดลองและวิจัยวิทยาศาสตร์ เพราะการทำโครงการวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยกระบวนการวิจัย และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางในการศึกษา และแก้ปัญหา มีการวางแผนที่จะศึกษาภายในขอบเขตของระดับความรู้ ระยะเวลา และอุปกรณ์ที่มีอยู่ และลงมือศึกษา สำรวจ ทดลอง เพื่อรวบรวมข้อมูลแล้วนำมาประมวลผลจนได้ข้อสรุปออกมาเป็นผลงานที่มีความสมบูรณ์ในตัวเอง (สสวท. 2542 : 1)

วิทยาศาสตร์ทำให้คนได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge based society) ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ (scientific literacy for all) เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจโลกธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น และนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ มีคุณธรรม ความเป็นวิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่นำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิตที่ดีแต่ยังช่วยให้มีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ การดูแลรักษาตลอดจนการพัฒนาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติอย่างสมดุลและยั่งยืน และที่สำคัญอย่างยิ่งคือความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเศรษฐกิจ สามารถแข่งขันกับนานาประเทศและดำเนินชีวิตอยู่ร่วมกันในสังคมโลกได้อย่างมีความสุข การที่จะสร้างความเข้มแข็งทางด้านวิทยาศาสตร์นั้นองค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่งคือการจัดการศึกษาเพื่อเตรียมคนให้อยู่ในสังคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นผู้ผลิตและผู้บริโภคที่มีประสิทธิภาพ

ส่วนในด้านความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลนั้น จากทฤษฎีพัฒนาการทางด้านความคิดของเพียเจต์ (ดวงเดือน ศาสตร์ภัทร. 2520 : 70-71 : อ้างอิงจาก Berry Wadsworth n.d.) ในขั้นของการคิดด้านนามธรรม เด็กในวัย 11 – 15 ปี เป็นช่วงที่โครงสร้างทางการคิดของเด็กพัฒนาเจริญเต็มที่ สามารถใช้เหตุผลแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ ในขั้นปฏิบัติการด้านนามธรรม (Formal Operation) นี้ เพียเจต์กล่าวว่าเด็กสามารถใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และสร้างสมมติฐานในการแก้ปัญหา โครงสร้างทางสมอง (Schema) เป็นโครงสร้างใหม่ที่ถูกสร้างขึ้นได้แก่ โครงสร้างที่

เกี่ยวกับสัดส่วนและการสมดุลของของเหลว การเคลื่อนที่สัมพันธ์ของวัตถุ และความน่าจะเป็น (Piaget and Inhelder, 1969 : 140-144)

จากสภาพปัญหาดังกล่าวแล้ว นอกจากจะมีสาเหตุมาจากสภาพการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ ซึ่งสอนเน้นเนื้อหาโดยวิธีสอนที่ยึดครูเป็นศูนย์กลางให้บรรยายเป็นส่วนใหญ่ มุ่งการสอนแก้ปัญหาโจทย์ด้วยวิธีต่างๆ มากกว่าการสอนให้นักเรียนเข้าใจพื้นฐานของวิชาเสียก่อน ก็ยังมีปัญหาจากการทำการทดลอง ที่ให้นักเรียนทำการทดลองที่กำหนดไว้ในแบบเรียน รวมทั้งการกำหนดรูปแบบการบันทึกผลการทดลองให้ ทำให้นักเรียนไม่มีโอกาสได้พัฒนา ความคิด ส่วนในการทดลอง นักเรียนยังขาดการฝึกปฏิบัติด้วยตนเอง ผลที่ตามมาคือนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ต่ำ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งในการที่จะแก้ปัญหา ดังกล่าวให้ได้นั้น ยังไม่มีผลการวิจัยใด ที่พิสูจน์ว่าวิธีการสอนใดเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด แต่ต้องอาศัยการจัดการเรียนการสอนที่ดีและเหมาะสมกับเนื้อหาและลักษณะวิชา ซึ่งได้มีผู้พัฒนารูปแบบจึงจำเป็นต้องศึกษาว่าการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในรูปแบบการสอนต่างๆ ที่มีผู้พัฒนารูปแบบไว้นั้น ในแต่ละเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์รูปแบบการสอนใด ที่มุ่งให้นักเรียนฝึกคิดอย่างมีเหตุผล โดยเน้นการสอนด้วยโครงงาน เพื่อเป็นการเพิ่มความสามารถ และคุณภาพของนักเรียน

สรุปได้ว่าโครงงานวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่มีคุณค่าในด้านการส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีเหตุผล เพื่อนำไปสู่การพัฒนาคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น อันมีผลต่อการพัฒนาชาติ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์

ความสำคัญของการวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้จะเป็นแนวทางที่ทำให้ทราบถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ที่ได้รับการสอนด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระโดยใช้หลักการคิดอย่างมีเหตุผล และทำงานอย่างเป็นขั้นตอนของโครงงานวิทยาศาสตร์ และเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ สามารถเลือกวิธีการสอนมีความเหมาะสมกับเนื้อหาวิชาและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดแสงดำ สำนักงานเขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวนทั้งหมด 86 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดแสงดำ สำนักงานเขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 จำนวนนักเรียนทั้งหมด 86 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยสุ่มนักเรียนมา 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 โดยการสอน 15 ชั่วโมง

4. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองคือ เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม จากหนังสือเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีร่วมกับกระทรวงศึกษาธิการ

5. ตัวแปรที่ศึกษา

5.1 ตัวแปรอิสระ คือ การสอนด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์

5.2 ตัวแปรตามได้แก่

5.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.2.2 ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

ข้อตกลงเบื้องต้น

ประชากรกลุ่มทดลองเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดแสงดำ สำนักงานเขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียนมีนักเรียนทั้งหมด 44 คน โดยคัดเลือกเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 30 คน เฉพาะนักเรียนที่มีผลการเรียนอยู่ในระดับสูง และนักเรียนที่มีผลการเรียนอยู่ในระดับต่ำ เพื่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนสูงขึ้น

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การสอนด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์ หมายถึง การสอนที่เน้นความสำคัญที่ตัวผู้เรียน ผู้เรียนจะเป็นผู้เลือกหรือกำหนดงานหรือโครงงานวิทยาศาสตร์ที่จะปฏิบัติด้วยตนเอง โดยโครงงานวิทยาศาสตร์นั้นเกี่ยวข้องกับบทเรียนที่กำลังศึกษาอยู่หรือที่เรียนไปแล้วเพื่อเป็นการเพิ่มพูนประสบการณ์การเรียนรู้ให้มากขึ้น ผู้เรียนจะวางแผนปฏิบัติงานด้วยตนเอง ดำเนินโครงงานวิทยาศาสตร์ตามแผนที่วางไว้ รวมทั้งประเมินผลงานที่ตนเองปฏิบัติ

แนวการสอนด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์ มาอะ ทิพย์ศิริ (2547 : 28 อ้างอิงจาก ดวงจิต สุขสุเมธ. 2528) ได้แบ่งเป็นขั้นตอนการสอน 4 ขั้นตอน ดังนี้

(1) ขั้นนำเสนอ (Presenting) เป็นขั้นที่ครูจะต้องจัดสถานการณ์เพื่อเร้าให้นักเรียนเกิดความสนใจในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง แล้วนักเรียนเลือกหัวข้อโครงงานวิทยาศาสตร์โดยใช้สื่อและเรื่องราวต่างๆ ที่เหมาะสมกับความรู้ความสามารถ ความต้องการและวุฒิภาวะของนักเรียน

(2) ขั้นวางแผน (Planning) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนเขียนโครงงานวิทยาศาสตร์เสนอแนะแนวทางหรือขั้นตอนต่างๆ ที่จะแก้ปัญหาหรือสนองความสนใจของนักเรียน โครงงานวิทยาศาสตร์นั้นจะต้องเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน ในขั้นนี้ครูจะคอยกระตุ้นให้นักเรียนมองเห็นแผนการที่จะทำได้โดยอาจจะใช้เอกสารหรือหนังสืออ่านประกอบต่างๆ

(3) ขั้นปฏิบัติ (Executing) เป็นขั้นที่นักเรียนลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้โดยครูคอยกำกับดูแลให้นักเรียนได้ดำเนินการตามแผน ในบางกรณีอาจจะต้องช่วยแก้ไขปัญหานักเรียนไม่สามารถดำเนินการตามขั้นตอนได้

(4) ขั้นการประเมิน (Evaluating) เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนร่วมกันประเมินผลงานที่ได้ดำเนินการมา ซึ่งอาจจะประเมินการดำเนินงานหรือประเมินผลที่ได้จากโครงงานวิทยาศาสตร์

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งพิจารณาจากกรอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามเนื้อหาและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐาน ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง ชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดยวัดความสามารถ 4 ด้าน ดังนี้

2.1 ด้านความรู้ – ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกนำสิ่งที่เรารู้มาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง

2.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความหมาย ขยายความตีความ และแปลความโดยอาศัยข้อเท็จจริง

2.3 ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการคิดอย่างมีเหตุผล โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

2.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการสืบเสาะหาความรู้ โดยผ่านการปฏิบัติและการฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบจนเกิดความชำนาญสามารถเลือกใช้กิจกรรมต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม สำหรับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่

สอดคล้องกับเนื้อหาการวิจัยในครั้งนี้ประกอบด้วย ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ ทักษะการลงความเห็นข้อมูล ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

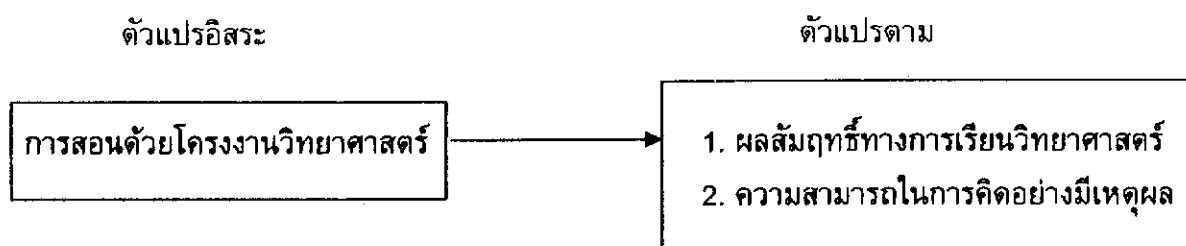
3. ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล หมายถึง การกระทำหรือกระบวนการทางสมอง ที่จะลงความเห็นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงหรือปรากฏการณ์และสามารถสรุปผลจากเหตุได้ ซึ่งพิจารณาจากคะแนนการตอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลที่ผู้วิจัยนำแนวทางของ ณรงค์ พ่วงศรี (2525 : 80-90) สามารถแยกออกได้ดังนี้

3.1 การคิดอย่างมีเหตุผลแบบผสม (Combinatorial Reasoning) หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาเหตุอย่างมีระบบ โดยรวบรวมตัวประกอบหรือเหตุผลที่อาจเป็นไปได้เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา

3.2 การแยกแยะและการควบคุมตัวแปร (Separation and Control of Variables) หมายถึงความสามารถในการแยกตัวแปรหรือตัวประกอบตัวหนึ่งออกจากตัวแปรอื่นๆ และพิจารณาถึงผลที่เกิดขึ้น ในขณะที่มีการควบคุมตัวแปรอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

3.3 การอ้างเหตุผลเชิงตรรกวิทยา (Syllogism) หมายถึงการให้เหตุผลที่ประกอบด้วยข้อความ 2 ประการ และข้อสรุปว่าข้อความที่ให้นั้นเป็นจริงหรือสมเหตุผล

กรอบความคิดในการวิจัย



สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิทยาศาสตร์
 - 1.1 ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์
 - 1.2 หลักการของโครงการวิทยาศาสตร์
 - 1.3 จุดหมายของโครงการวิทยาศาสตร์
 - 1.4 ความสำคัญและประโยชน์ของโครงการวิทยาศาสตร์
 - 1.5 ประเภทของโครงการวิทยาศาสตร์
 - 1.6 ขั้นตอนการทำโครงการวิทยาศาสตร์
 - 1.7 บทบาทของผู้เกี่ยวข้องกับการทำโครงการวิทยาศาสตร์
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีเหตุผล
 - 2.1 ความหมายของการคิด
 - 2.2 พัฒนาการทางการคิดอย่างมีเหตุผล
 - 2.3 แนวทางในการส่งเสริมการคิดอย่างมีเหตุผล
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า
 - 3.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนด้วยโครงการวิทยาศาสตร์
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า
 - 4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีเหตุผล

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิทยาศาสตร์

1.1 ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาให้ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

โฟว์เลอร์ (Fowler. 1964 : 91-93) ได้ให้ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่าโครงการวิทยาศาสตร์ หมายถึง การศึกษาโครงสร้างและวิธีการแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่งทางด้านวิทยาศาสตร์ โดยจัดเขียนเป็นโครงการเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาต่อ และมีการปฏิบัติตามที่วางไว้หรือให้โครงการนี้สัมฤทธิ์ผลตามจุดมุ่งหมาย

กุปตา (Gupta. 1981 : 28) ได้ให้ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่าโครงการวิทยาศาสตร์ หมายถึง การศึกษาเกี่ยวกับความจริงหรือประสบการณ์ต่างๆ ของนักเรียนที่มีโอกาสได้แสดงออกขณะทำงานกลุ่ม เพื่อพัฒนาศักยภาพของนักเรียนให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

นันทิยา บุญเหลือ (2525 : 46) ได้ให้ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่าเป็นการศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งเพื่อตอบปัญหาที่สงสัย ซึ่งปัญหาที่จะศึกษาต้องเกิดจากความสนใจของผู้ทำโครงการ มีกระบวนการศึกษา ค้นคว้า เพื่อหาคำตอบอย่างมีระบบตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ตลอดไปถึงการเผยแพร่ผลงานของตนให้ผู้อื่นเข้าใจ ทั้งนี้โดยมีอาจารย์วิทยาศาสตร์หรือผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาและเทคนิควิธีของเรื่องนั้นๆ เป็นที่ปรึกษาคอยให้ความช่วยเหลือแนะนำ

สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย (2528 : 16) กล่าวถึงความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์ว่า “โครงการวิทยาศาสตร์ หมายถึง การศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างมีหลักเกณฑ์และต้องสำเร็จรูปในตัวเอง ผู้ศึกษาจะต้องมีความละเอียดรอบคอบ มีการสังเกต และบันทึกผลที่ได้จากการศึกษาไว้ตามลำดับทุกขั้น การวางรูปของโครงการจะต้องดำเนินการล่วงหน้าให้รัดกุม”

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2531 : 1) ได้ให้ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์ว่า เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ภายใต้การดูแลและให้คำปรึกษาของครูอาจารย์ หรือผู้ทรงคุณวุฒิ ตั้งแต่การเลือกหัวข้อที่จะศึกษาค้นคว้า ดำเนินการวางแผนออกแบบประดิษฐ์ สำนวญทดสอบ เก็บรวบรวมข้อมูล รวมทั้งการแปลผล สรุปผลและการเสนอผลงาน

ชุตินา วัฒนศิริ (2541 : 254) ได้ให้ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์ว่า เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าและลงมือปฏิบัติด้วยตนเองโดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ภายใต้การดูแลและให้คำปรึกษาของครูหรือผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้นๆ

ธีระชัย ปุณณโชติ (2544 : 70) ได้กล่าวไว้ว่า “โครงการวิทยาศาสตร์ คือ กิจกรรมสำหรับนักเรียนในการศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งด้วยตนเองโดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ภายใต้การแนะนำปรึกษาของครูหรือผู้เชี่ยวชาญ กิจกรรมนี้อาจทำเป็นกลุ่มหรือรายบุคคลก็ได้ และจะกระทำภายในเวลาเรียนหรือนอกเวลาเรียนก็ได้ โดยไม่จำกัดสถานที่ กิจกรรมทำโครงการวิทยาศาสตร์นี้เรียกว่า เป็นการวิจัยทางวิทยาศาสตร์เบื้องต้นสำหรับนักเรียน

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544 : 89) ได้กล่าวว่า “โครงการวิทยาศาสตร์ หมายถึง การศึกษาเพื่อค้นพบข้อมูลใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์อันประกอบด้วย วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตลอดจนการเป็นผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ แล้วเสนอผลการศึกษาในรูปแบบการเขียนโครงการวิทยาศาสตร์ โดยมีครูอาจารย์ และผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ให้คำปรึกษา ตามบทบาทของโครงการวิทยาศาสตร์”

บุรชัย ศิริมหาสาคร (2545 : 17) ให้ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์ว่า โครงการ คือ ผลงานการวิจัยชิ้นเล็กๆ ของผู้เรียน ที่ใช้กระบวนการวิจัยในการแสวงหาความรู้ หรือความจริงเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ตามสาระการเรียนรู้อย่างแท้จริง ตั้งแต่เป็นผู้กำหนดปัญหาซึ่งเป็นหัวข้อโครงการ และวิธีการได้มาซึ่งคำตอบนั้นด้วยตนเอง ครูเป็นเพียงที่ปรึกษา คอยแนะนำตามความจำเป็น

ลัดดา ภูเกียรติ (2545 : 27) ได้ให้ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์ว่า “โครงการเป็นวิธีการเรียนที่เกิดจากความสนใจใคร่รู้ของผู้เรียนที่อยากจะศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือหลายๆ สิ่งที่สงสัยและอยากรู้คำตอบให้ลึกซึ้งชัดเจน หรือต้องการเรียนรู้ในเรื่องนั้นๆ ให้มากขึ้นกว่าเดิม โดยใช้ทักษะกระบวนการและปัญญาหลายๆ ด้านมีวิธีการศึกษาอย่างเป็นระบบและมีขั้นตอนต่อเนื่อง มีการวางแผนในการศึกษาอย่างละเอียดแล้วลงมือปฏิบัติตามแผนงานที่วางไว้จนได้ข้อสรุปหรือผลการศึกษาหรือคำตอบเกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ”

โดยสรุป โครงการวิทยาศาสตร์ เป็นการศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้วยตนเองโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา ภายใต้คำแนะนำปรึกษาของครูหรือผู้เชี่ยวชาญ กิจกรรมนี้อาจทำเป็นกลุ่มหรือรายบุคคลก็ได้ และจะกระทำในเวลาเรียนหรือนอกเวลาเรียนก็ได้ โดยไม่จำกัดสถานที่

1.2 หลักการของโครงการวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาได้เสนอหลักการของโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

โฟว์เลอร์ (Fowler, 1964 : 91-93) ได้กล่าวถึงหลักการของโครงการวิทยาศาสตร์สรุปได้ 3 ประการ ดังนี้คือ

1. หลักความจริงและการนำไปใช้ประโยชน์ หมายถึง โครงการวิทยาศาสตร์ได้ทำขึ้นโดยยึดหลักความจริงตามธรรมชาติจากบุคคลอื่นๆ รวมทั้งจากวงการวิทยาศาสตร์ด้วย
2. หลักของเสรีภาพและเศรษฐกิจ หมายถึง การให้เสรีภาพแก่ผู้ทำโครงการวิทยาศาสตร์ในการเลือกเรื่องที่จะทำ โดยคำนึงถึงวัสดุอุปกรณ์และเงินทุนที่มีอยู่ ตลอดจนเป็นการดำเนินการอย่างประหยัดและคุ้มค่ากับการทำโครงการ
3. หลักการเรียนรู้ด้วยตนเอง หมายถึง เป็นการสนับสนุนให้ผู้ทำโครงการวิทยาศาสตร์ได้ใช้ความสามารถในการวางแผนดำเนินการทำโครงการและแก้ปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งเป็นการฝึกให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ธีระชัย ปุณณโชติ (2544 : 70) ได้กล่าวถึงหลักการของโครงการวิทยาศาสตร์ไว้สรุปได้ ดังนี้

1. เน้นการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยนักเรียนจะเป็นผู้เริ่มวางแผน และดำเนินการศึกษาด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะแนวทางและให้คำปรึกษา
2. เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยเริ่มจากการกำหนดปัญหา เลือกหัวข้อที่ตนจะศึกษา วางแผนการศึกษาค้นคว้า ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ทำการทดลอง และสรุปผลการศึกษาค้นคว้า
3. เน้นการคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็นด้วยตนเอง

โดยสรุป หลักการของโครงการวิทยาศาสตร์ คือ การเน้นให้นักเรียนแสวงหาความรู้หรือแก้ปัญหาในเรื่องที่ตนเองสนใจอย่างเสรีภาพโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ภายใต้คำแนะนำของครูอาจารย์ หรือผู้เชี่ยวชาญ และเป็นการฝึกนักเรียนให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1.3 จุดหมายของโครงการวิทยาศาสตร์

โครงการวิทยาศาสตร์มีจุดมุ่งหมายหลายประการ ดังที่นักการศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้เสนอแนะไว้ ดังนี้

หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา (2526 : 43) ได้กำหนดจุดมุ่งหมายของโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. เพื่อส่งเสริมการศึกษาค้นคว้าหรือวิจัยทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสนใจและมีความสามารถทางวิทยาศาสตร์

2. เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสนใจค้นคว้าและประดิษฐ์ผลงานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อคุณค่าทางวิชาการ

3. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสเผยแพร่ผลงานของตนเอง

4. เพื่อให้นักเรียนได้รู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์

5. เพื่อให้นักเรียนได้รู้จักการทำงานร่วมกับบุคคลอื่นๆ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2529 : 2) ได้กำหนดจุดมุ่งหมายของโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. เพื่อให้นักเรียนใช้ความรู้และประสบการณ์เลือกทำโครงการวิทยาศาสตร์ตามที่ตนสนใจ

2. เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่างๆ ด้วยตนเอง

3. เพื่อให้นักเรียนได้แสดงออกซึ่งความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

4. เพื่อให้นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเห็นคุณค่าของการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา

5. เพื่อให้นักเรียนมองเห็นแนวทางในการประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในแต่ละท้องถิ่น

ธีระชัย ปุณฺณโชติ (2531 : 4) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ สรุปได้ดังต่อไปนี้

1. เพื่อให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรงในการศึกษาค้นคว้า หรือวิจัยเบื้องต้นทางวิทยาศาสตร์ภายในขอบเขตความรู้และประสบการณ์ตามระดับชั้นตอนของตน

2. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรัก และความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์

3. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์และมีโอกาสแสดงออก

4. เพื่อพัฒนาความสามารถของนักเรียน ในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหา

5. เพื่อให้นักเรียนรู้จักใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์

6. เพื่อพัฒนาความรับผิดชอบและสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

7. เพื่อให้นักเรียนตระหนักถึงคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โดยสรุป โครงการงานวิทยาศาสตร์มีจุดมุ่งหมายเพื่อฝึกให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้และแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวของผู้เรียนด้วย

1.4 ความสำคัญและประโยชน์ของโครงการงานวิทยาศาสตร์

โครงการงานวิทยาศาสตร์นั้นมีความสำคัญและก่อให้เกิดประโยชน์ต่อนักเรียนหลายประการ ดังที่นักการศึกษาหลายท่านและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้กล่าวไว้ ดังนี้

ธีระชัย ปุณณโชติ (2531 : 3-4) ได้กล่าวถึงคุณประโยชน์ของโครงการงานวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ช่วยส่งเสริมจุดมุ่งหมายของหลักสูตรและการเรียนวิทยาศาสตร์ให้สัมฤทธิ์ผลสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2. ช่วยให้นักเรียนมีโอกาสเรียนรู้จากประสบการณ์ตรงในกระบวนการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองโดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

3. ช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ครบถ้วนสมบูรณ์ยิ่งขึ้นกว่าการเรียนรู้ในกิจกรรมการเรียนการสอนตามปกติ นักเรียนได้มีโอกาสฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์บางทักษะซึ่งไม่มีใครมีโอกาสในกิจกรรมการเรียนการสอนตามปกติ เช่น ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการออกแบบการทดลอง และควบคุมตัวแปร เป็นต้น

4. ช่วยพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์

5. ช่วยให้นักเรียนเข้าใจลักษณะและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดียิ่งขึ้น เช่น เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ไม่ได้หมายถึงแต่ตัวความรู้ในเนื้อหาสาระที่เกี่ยวกับธรรมชาติเท่านั้น แต่ยังหมายถึงกระบวนการแสวงหาความรู้เหล่านั้น และเจตคติหรือค่านิยมทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย การได้มาซึ่งความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติจะต้องใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลอย่างมีระบบโดยอาศัยการสังเกตเป็นพื้นฐาน แต่ประสาทสัมผัสของมนุษย์ซึ่งใช้ในการสังเกตมีขีดความสามารถจำกัดในการรับรู้ ดังนั้นวิทยาศาสตร์จึงมีขอบเขตจำกัดด้วย

6. ช่วยพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และความเป็นผู้มีวิจรรณญาณ

7. ช่วยพัฒนานักเรียนให้เกิดความเชื่อมั่นในตนเอง

8. ช่วยพัฒนานักเรียนให้เป็นผู้ที่คิดเป็น ทำเป็น และมีความสามารถในการแก้ปัญหา

9. ช่วยพัฒนาความรับผิดชอบ และสร้างวินัยในตนเองให้เกิดขึ้นกับนักเรียน

10. ช่วยให้นักเรียนได้ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์และมีคุณค่า

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2531 : 56) ได้กล่าวถึงคุณประโยชน์ของโครงการงานวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. สร้างความสำนึก และรับผิดชอบในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ต่างๆ ด้วยตนเอง

2. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้พัฒนาและแสวงหาความสามารถตามศักยภาพของตนเอง

3. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าและเรียนรู้ในเรื่องที่ตนเองสนใจได้ลึกซึ้งไปกว่าการเรียนในหลักสูตรปกติ

4. ทำให้นักเรียนมีความสามารถพิเศษโดยมีโอกาสดแสดงความสามารถของตนเอง

5. ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนวิทยาศาสตร์และมีความสนใจที่จะประกอบอาชีพทางวิทยาศาสตร์

6. ช่วยให้นักเรียนได้ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ในทางสร้างสรรค์

7. ช่วยสร้างความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน และระหว่างนักเรียนด้วยกันให้มีโอกาสทำงานใกล้ชิดกันมากขึ้น

8. ช่วยสร้างความสัมพันธ์ระหว่างชุมชนกับโรงเรียนให้ดีขึ้น โรงเรียนได้มีโอกาสเผยแพร่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแก่ชุมชนซึ่งจะช่วยกระตุ้นให้ชุมชนได้สนใจวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมากขึ้น

พเยาว์ ยินดีสุข และศิปชัย บุรณพานิช (2544 : 77) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของโครงการวิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ประโยชน์ต่อนักเรียน นักเรียนได้รับประโยชน์จากการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1.1 นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์มากขึ้น

1.2 นักเรียนมีความเชื่อมั่นในการเรียนมากขึ้น ส่วนใหญ่จะเป็นผู้นำกลุ่มในการตัดสินใจหรือดำเนินการต่าง ๆ

1.3 นักเรียนมีความรับผิดชอบ มีมานะพยายามมากขึ้น

1.4 นักเรียนได้ฝึกทำงานร่วมกับผู้อื่น คือ กลุ่มเพื่อน ๆ และอาจารย์ที่ปรึกษา

1.5 นักเรียนรู้จักปรับตัวเข้ากับเพื่อน

1.6 นักเรียนสามารถแสดงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2. ประโยชน์ต่อครู

2.1 ครูมีโอกาสใกล้ชิด มีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นด้านความรู้และคุณธรรมกับนักเรียน

2.2 ครูจะได้ผู้ช่วยสอนที่เป็นกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการฝึกมาอย่างดี

2.3 ครูมีความสุขเมื่อเห็นพัฒนาการในตัวนักเรียน

2.4 ครูรู้จักนักเรียนอย่างแท้จริงเพราะขณะทำโครงการวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมของนักเรียนจะถูกเปิดเผยอย่างชัดเจน

3. ประโยชน์ต่อผู้ปกครอง

3.1 ผู้ปกครองมีความสัมพันธ์กับเด็กในทางดี

3.2 ผู้ปกครองเห็นความสามารถที่แท้จริงของเด็ก

3.3 ผู้ปกครองจะมีความสุขเมื่อเห็นพัฒนาการในตัวเด็กนักเรียน

โดยสรุป โครงการวิทยาศาสตร์มีประโยชน์ทั้งต่อนักเรียนในการพัฒนาความรู้และหลักการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จิตวิทยาศาสตร์ และการทำงานร่วมกับ

ผู้อื่น นอกจากนี้ยังมีประโยชน์ต่อครูผู้สอนและผู้ปกครองในการที่จะทำได้ใกล้ชิด แลกเปลี่ยนความคิดเห็นด้านความรู้และคุณธรรม สังเกตพฤติกรรม และเห็นความสามารถและพัฒนาการในตัวเด็ก

1.5 ประเภทของโครงการวิทยาศาสตร์

โครงการวิทยาศาสตร์จัดแบ่งออกเป็นประเภทต่างๆ ได้หลายประเภทขึ้นอยู่กับปัญหาหรือสิ่งที่สนใจศึกษา ดังที่นักการศึกษาได้จัดแบ่งประเภทของโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้

ลัดดา ภูเกียรติ (2543 : 51-52) จัดแบ่งประเภทของโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ 4 ประเภทสรุปได้ดังนี้

1. โครงการวิทยาศาสตร์ประเภททดลอง เป็นโครงการที่ต้องทำการทดลองเพื่อศึกษาผลของตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งที่มีผลต่อตัวแปรอีกตัวแปรหนึ่งที่ต้องการศึกษา โดยที่ในทางทฤษฎีแล้วอาจมีหลายๆ ตัวแปรก็ได้ที่มีผลต่อตัวแปรที่จะศึกษา แต่ผู้ที่ทำการศึกษาดำเนินการเลือกศึกษาเพียงตัวแปรเดียวเท่านั้น ตัวแปรอื่นๆ ที่อาจมีผลจะต้องทำการควบคุมให้หมดทุกตัว เพื่อกันไม่ให้เกิดมีการแทรกซ้อนของตัวแปร

2. โครงการประเภทสำรวจ เป็นโครงการที่ไม่ต้องมีการจัดหรือกำหนดตัวแปร อาจเป็นการรวบรวมข้อมูลในสนามหรือในธรรมชาติได้ทันที หรือทำการเก็บรวบรวมวัสดุตัวอย่างมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ หรือจำลองธรรมชาติขึ้นในห้องปฏิบัติการแล้วสังเกตหรือศึกษารวบรวมข้อมูลต่างๆ แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาจำแนกเป็นหมวดหมู่และนำเสนอในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้เห็นลักษณะหรือความสัมพันธ์ในเรื่องที่ต้องการศึกษาได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

3. โครงการประเภทสิ่งประดิษฐ์ เป็นโครงการประเภทพัฒนาหรือประดิษฐ์เครื่องมือเครื่องใช้ หรืออุปกรณ์ต่างๆ ที่นำมาใช้ประโยชน์ในการทำงาน สิ่งประดิษฐ์ดังกล่าวอาจเป็นสิ่งที่คิดมาใหม่ทั้งหมดหรือเป็นการดัดแปลงมาจากของที่มีอยู่แล้วก็ได้ เพื่อปรับปรุงให้สิ่งประดิษฐ์นั้นมีประสิทธิภาพดีกว่าเดิม หรือสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายแนวความคิดบางอย่าง

4. โครงการประเภททฤษฎี เป็นโครงการที่เสนอแนวคิด หรือทฤษฎีใหม่ๆ ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของสมการ สูตร หรือคำอธิบาย โดยที่ได้ตั้งข้อดกลงหรือถกเถียงขึ้นมาเอง แล้วนำเสนอหลักการหรือแนวความคิด หรือทฤษฎีตามถกเถียงข้อดกลงนั้นๆ หรือเป็นการขยายทฤษฎีในรูปแบบใหม่ที่ยังไม่มีผู้ใดคิดมาก่อน การทำโครงการประเภทนี้ผู้ทำจะต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ในเรื่องนั้นๆ เป็นอย่างดี ซึ่งอาจจะยากเกินไปสำหรับนักเรียน ดังนั้นจึงมีโครงการประเภทนี้น้อยมาก

ธีระชัย ปุณณโชติ (2544 : 71) ได้แบ่งโครงการวิทยาศาสตร์ออกเป็น 4 ประเภทดังนี้

1. โครงการประเภทสำรวจ
2. โครงการประเภททดลอง
3. โครงการประเภทการพัฒนาหรือการประดิษฐ์
4. โครงการประเภทการสร้างทฤษฎีหรือคำอธิบาย

โครงการประเภทสำรวจ

เป็นการศึกษารวบรวมปัญหาจากธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เพื่อศึกษาหาความรู้ที่มีอยู่หรืออยู่ในธรรมชาติ โดยใช้วิธีสำรวจและรวบรวมข้อมูล แล้วนำข้อมูลที่ได้มาจัดกระทำให้เป็นระบบระเบียบและสื่อความหมาย แล้วนำเสนอในรูปแบบต่างๆ เช่น ตาราง กราฟ แผนภูมิ และคำอธิบายประกอบ

โครงการประเภททดลอง

เป็นการศึกษาหาคำตอบของปัญหาใดปัญหาหนึ่ง โดยการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง ลักษณะสำคัญของโครงการประเภทนี้ คือ มีการออกแบบการทดลอง เพื่อศึกษาผลของตัวแปรที่มีต่อตัวแปรอีกตัวแปรหนึ่งที่ต้องการศึกษา โดยควบคุมตัวแปรอื่นๆ ที่อาจมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษาไว้

โครงการประเภทการพัฒนาหรือการประดิษฐ์

เป็นการพัฒนาหรือประดิษฐ์ หรือการสร้างอุปกรณ์ หรือเครื่องมือเครื่องใช้เพื่อประโยชน์ใช้สอย โดยการประยุกต์ทฤษฎี หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการพัฒนาหรือการประดิษฐ์ดังกล่าว อาจเป็นการประดิษฐ์สิ่งใหม่ หรือการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงของเดิมที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นก็ได้ หรืออาจเป็นการเสนอแบบจำลองทางความคิดเพื่อแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่งก็ได้

โครงการประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย

เป็นโครงการที่เสนอทฤษฎีหรือคำอธิบายสิ่งต่างๆ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ ซึ่งเป็นแนวคิดใหม่ๆ โดยมีหลักการทางวิทยาศาสตร์หรือทฤษฎีอื่น ตลอดจนข้อมูลต่างๆ สนับสนุน ทฤษฎีหรือคำอธิบายดังกล่าวอาจใหม่ หรือขัดแย้งหรือขยายแนวคิดหรือคำอธิบายเดิมที่มีผู้ให้ไว้ก่อนแล้วก็ได้ อาจเป็นการอธิบายปรากฏการณ์เก่าในแนวใหม่ อาจเสนอในรูปของคำอธิบาย สูตร หรือสมการก็ได้ แต่จะต้องมีข้อมูลหรือทฤษฎีอื่นมาสนับสนุนอ้างอิง

โดยสรุป โครงการวิทยาศาสตร์แบ่งออกได้เป็น 4 ประเภท ดังนี้ โครงการประเภทสำรวจ โครงการประเภททดลอง โครงการประเภทการพัฒนาหรือการประดิษฐ์ และโครงการประเภทการสร้างทฤษฎีหรือการอธิบาย

1.6 ขั้นตอนการทำโครงการวิทยาศาสตร์

โครงการวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่ต่อเนื่องมีหลายขั้นตอน นักการศึกษาแต่ละท่านได้แบ่งขั้นตอนของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

โมรานา (Morano, 1995) แบ่งขั้นตอนในการทำโครงการวิทยาศาสตร์เป็น 4 ขั้นตอน คือ

1. การสังเกต
2. การตั้งสมมติฐาน
3. การทดลอง
4. การสรุปผล

ขั้นตอนต่างๆ เหล่านี้ ยังแบ่งออกได้หลายขั้นตอน ได้แก่ การสังเกต การค้นคว้าเพิ่มเติมในเรื่องที่ต้องการศึกษา การตั้งชื่อโครงการ การกำหนดวัตถุประสงค์ การบ่งชี้ตัวแปร การตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง กำหนดวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ ดำเนินการทดลองตามที่ได้ออกแบบไว้พร้อมทั้งจดบันทึกผลการทดลอง วิเคราะห์ข้อมูล สรุปผลการทดลองและอภิปรายผล รวมทั้งให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์

ธีระชัย ปุณฺณโชติ (2544 : 73-74) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ไว้สรุปได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 การคิดและเลือกชื่อเรื่องหรือปัญหาที่จะศึกษา

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นที่สำคัญที่สุดและยากที่สุด ตามหลักการแล้วนักเรียนควรจะเป็นผู้คิดและเลือกหัวข้อเรื่องที่จะศึกษาด้วยตนเอง แต่ครูอาจมีบทบาทหรือมีส่วนช่วยเหลือให้นักเรียนสามารถคิดหัวข้อเรื่องได้ด้วยตนเอง

ขั้นที่ 2 การวางแผนในการทำโครงการ

ได้แก่ การวางแผนวิธีดำเนินงานในการศึกษาค้นคว้าทั้งหมด เช่น วัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในการออกแบบการทดลอง และควบคุมตัวแปร วิธีดำเนินการรวบรวมข้อมูล การวางแผนปฏิบัติงานอย่างคร่าวๆ ว่าดำเนินการอย่างไรบ้างเป็นขั้นตอน แล้วนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อขอคำแนะนำเพิ่มเติมและขอความเห็นชอบ

ขั้นที่ 3 การลงมือทำโครงการ

ได้แก่ การลงมือปฏิบัติตามแผนงานที่ได้วางไว้ล่วงหน้าแล้วในขั้นที่สองนั่นเอง ประกอบด้วย การเก็บรวบรวมข้อมูล การสร้างหรือประดิษฐ์ การปฏิบัติการทดลอง ซึ่งสุดแล้วแต่จะเป็นโครงการประเภทใดและการค้นคว้าจากเอกสารต่างๆ แล้วดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งความหมายของข้อมูล และสรุปผลของการศึกษาค้นคว้า

ขั้นที่ 4 การเขียนรายงาน

เป็นการเสนอผลของการศึกษาค้นคว้าเป็นลายลักษณ์อักษร หรือเป็นเอกสาร เพื่ออธิบายให้ผู้อื่นทราบรายละเอียดทั้งหมดของการทำโครงการ ซึ่งจะประกอบด้วยปัญหาที่ทำการศึกษาวัตถุประสงค์ของการศึกษา วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า ตลอดจนประโยชน์และข้อเสนอแนะต่างๆ ที่ได้จากการทำโครงการนั้นๆ

วิธีเขียนรายงานโครงการวิทยาศาสตร์ก็มีหลักและแนวทางในการเขียนเช่นเดียวกับการเขียนรายงานผลการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์นั่นเอง

ขั้นที่ 5 การแสดงผลงาน

เป็นการเสนอผลงานที่ได้ศึกษาค้นคว้าสำเร็จลงแล้วให้ผู้อื่นได้รับรู้และเข้าใจ ซึ่งอาจกระทำได้หลายรูปแบบ เช่น การจัดนิทรรศการ การสาธิตแสดงประกอบการรายงานปากเปล่า

ในการจัดแสดงผลงานของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ที่ครูอาจกระทำได้หลายระดับ เช่น

1. การจัดแสดงผลงานในชั้นเรียน
2. การจัดแสดงนิทรรศการภายในโรงเรียนเป็นการภายใน

3. การจัดแสดงนิทรรศการในงานประจำปีของโรงเรียน

4. การส่งโครงงานเข้าร่วมในงานแสดง หรือประกวดภายนอกโรงเรียนในระดับต่างๆ เช่น ระดับกลุ่มโรงเรียน ระดับจังหวัด ระดับเขตการศึกษา และระดับชาติ เป็นต้น

พิมพันธ์ เฑาะคุปต์ (2544 : 90-91) ได้กล่าวว่า ขั้นตอนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ คือ การใช้ขั้นตอนตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ใช้เป็นแนวทางในการศึกษา คือ การสังเกต การศึกษาเรื่องราวต่างๆ ในแหล่งต่างๆ เพื่อทำให้เห็นปัญหา จากนั้นก็คาดคะเนติดตามปัญหาโดยการศึกษาหลักการทฤษฎีที่สนับสนุนเรื่องนั้น แล้วใช้ความรู้ที่ศึกษามาเป็นแนวทางในการออกแบบการทำโครงงานวิทยาศาสตร์หรือเขียนเป็นโครงการการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ขึ้น ต่อจากนั้นก็ดำเนินการปฏิบัติตามโครงการ ขั้นสุดท้ายคือนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการศึกษาตามโครงการมาเขียนรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์เพื่อเผยแพร่สู่ชุมชนต่อไป

การกำหนดขั้นตอนในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักการศึกษาแต่ละท่านอาจมีจำนวนขั้นตอนแตกต่างกัน แต่มีรายละเอียดที่คล้ายคลึงกัน โดยสามารถสรุปขั้นตอนในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ได้ 5 ขั้นตอน คือ 1) การคิดและเลือกหัวข้อเรื่องที่สนใจจะศึกษา 2) การวางแผนในการทำโครงงาน 3) การลงมือทำโครงงาน 4) การเขียนรายงาน 5) การแสดงผลงาน ซึ่งแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

1) การคิดและเลือกหัวข้อเรื่องที่สนใจจะศึกษา

การคิดและเลือกหัวข้อเรื่องที่สนใจจะศึกษาเป็นขั้นตอนแรกของการทำโครงงานที่สำคัญที่สุดและยากที่สุด แวนเดอร์แมน และพาร์ฟิตต์ (Vandermann and Parfitt, 1985 อ้างอิงจาก สุรางค์สาคร, 2532 : 17) กล่าวสรุปไว้ว่า เรื่องที่ยากที่สุดในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ คือ การเลือกหัวข้อเรื่องหรือปัญหา เพราะหัวข้อเรื่องหรือปัญหาที่จะศึกษานั้นจะต้องเป็นเรื่องที่เหมาะสมกับระดับความรู้ความสามารถของนักเรียน และมีแนวทางที่จะหาคำตอบ โดยทั่วไปแล้วหัวข้อเรื่องของโครงงานวิทยาศาสตร์มักจะได้จากปัญหา คำถาม หรือความอยากรู้อยากเห็นรอบๆ ตัวนักเรียน ดังนั้น นักเรียนควรได้รับการกระตุ้น เร้าความสนใจ เพื่อให้เกิดแนวคิดและเลือกหัวข้อเรื่องที่จะทำโครงงาน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2531 : 21) ได้กล่าวถึงการกระตุ้นหรือเร้าให้นักเรียนมีความสนใจในการทำโครงงาน สรุปได้ดังนี้

1. หาโอกาสคุยกับนักเรียนบ่อยๆ เกี่ยวกับเรื่องของโครงงานวิทยาศาสตร์
2. นำโครงงานวิทยาศาสตร์ง่ายๆ แต่น่าสนใจและมีคุณค่ามาเล่าให้นักเรียนฟัง
3. จัดให้นักเรียนที่เคยประสบความสำเร็จในการทำโครงงานมาเล่าประสบการณ์ให้ฟัง
4. ตั้งคำถามหรือปัญหาให้นักเรียนคิดอยู่เสมอ
5. จัดหาหรือแนะนำเอกสารต่างๆ สำหรับนักเรียนอ่าน
6. พานักเรียนไปชมงานแสดงโครงงานต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2531 : 9) ได้เสนอแนวทางในการคิดหัวข้อเรื่องโครงการพอสรุปได้ดังนี้

1. จากการอ่านหนังสือต่างๆ เช่น ตำรา หนังสือพิมพ์ วารสาร เป็นต้น ไม่เฉพาะแต่เรื่องราวทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น

2. จากการไปเยี่ยมชมสถานที่ต่างๆ เช่น วนอุทยาน สวนสัตว์ พิพิธภัณฑ์ สถานที่เพาะเลี้ยงพืชและสัตว์ หน่วยงานวิจัย ห้องปฏิบัติการ เป็นต้น

3. จากการฟังการบรรยายทางวิชาการ การฟังและชมรายการวิทยุและโทรทัศน์

4. จากกิจกรรมการเรียนการสอนในโรงเรียน

5. จากงานอดิเรกของนักเรียนเอง

6. จากการเข้าชมนิทรรศการหรืองานประกวดโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

7. จากการศึกษาโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีผู้อื่นทำไว้แล้ว

8. จากการสนทนากับครูอาจารย์ เพื่อนๆ หรือบุคคลอื่นๆ

9. จากการสังเกตปรากฏการณ์ต่างๆ รอบตัว

ธงชัย ชิวปรีชา (2528 : 5 อ้างอิงจาก ศักดา สถาพรวงษา, 2540 : 56) ได้ให้ความเห็นว่าการเลือกเรื่องที่จะทำโครงการนั้นนักเรียนควรคำนึงถึงระยะเวลาในการดำเนินการว่าจะสามารถทำได้ทันตามเวลาที่กำหนดหรือไม่และได้เสนอแนะว่าควรจัดทำตารางเวลาด้วย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2531 : 12) ได้เสนอหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาเลือกหัวข้อเรื่องที่จะศึกษา สรุปได้ดังนี้

1. ผู้ทำมีความรู้และทักษะพื้นฐานเพียงพอในเรื่องที่จะศึกษา

2. มีแหล่งความรู้เพียงพอที่จะค้นคว้าหรือขอคำปรึกษา

3. วัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นสามารถจัดหาหรือจัดทำขึ้นมาได้

4. มีเวลาเพียงพอที่จะทำโครงการในเรื่องนั้นๆ

5. มีอาจารย์หรือผู้ทรงคุณวุฒิรับเป็นที่ปรึกษา

6. มีความปลอดภัย

7. มีงบประมาณเพียงพอ

สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย (2533 : 13-14) ได้เสนอแนะนักเรียนถึงสิ่งที่ไม่ควรปฏิบัติในการเลือกหัวข้อเรื่องที่สนใจจะศึกษา สรุปได้ดังนี้

1. ไม่ควรซื้ออุปกรณ์ใดๆ จนกว่าจะเห็นว่าพร้อมดำเนินการเป็นโครงการได้

2. ไม่ควรเสียเวลาใส่ใจในปัญหาใหญ่เกินกำลังความคิดความสามารถของตนเอง

3. ไม่ควรลอกแบบโครงการของนักเรียนด้วยกัน เพราะจะทำให้เกิดความเบื่อหน่าย เว้นแต่จะขยายหรือเพิ่มความคิดใหม่เข้าไป

4. ไม่ควรเลือกหัวข้อเรื่องโครงการที่จะกินเวลาทั้งหมดเพื่อสร้างอุปกรณ์

โดยสรุป นักเรียนควรได้รับการกระตุ้น ได้รับความสนใจ เพื่อให้เกิดแนวคิดและเลือกหัวข้อเรื่องที่จะทำโครงการ ซึ่งแหล่งที่มาของหัวข้อเรื่องโครงการวิทยาศาสตร์มีมากมาย เช่น การอ่าน

การไปเยี่ยมชมตามสถานที่ต่างๆ การรับชม รับฟังจากสื่อต่างๆ กิจกรรมการเรียนการสอน การสนทนา การสังเกตปรากฏการณ์ เป็นต้น และเมื่อคิดหัวข้อเรื่องที่สนใจจะศึกษาได้แล้ว นักเรียนควรพิจารณาถึงความเป็นได้ในการเลือกหัวข้อเรื่องนั้นมาศึกษาด้วย หลักที่ใช้ในการพิจารณา ได้แก่ ความรู้และทักษะพื้นฐาน แหล่งข้อมูล วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ เวลาที่ใช้ ความปลอดภัย งบประมาณ เป็นต้น

2) การวางแผนในการทำโครงการ

เมื่อได้หัวข้อเรื่องที่จะทำโครงการแล้ว ก่อนที่นักเรียนลงมือทำโครงการ นักเรียนจะต้องมีการวางแผนเพื่อความรัดกุมในการดำเนินงาน ในการวางแผนการทำโครงการนั้น นักเรียนจะต้องเขียนเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา ก่อนเพื่อให้อาจารย์ที่ปรึกษาได้ตรวจพิจารณาและให้ข้อเสนอแนะ จะเป็นประโยชน์ในการทำโครงการ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2531 : 28-30) ได้เสนอแนะว่า เค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์หรือโครงการการทำโครงการวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย

1. ชื่อโครงการ
2. ชื่อผู้ทำโครงการ
3. ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ
4. ที่มาและความสำคัญของโครงการ
5. จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า
6. สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า (ถ้ามี)
7. วิธีดำเนินการ
 - 7.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้
 - 7.2 แนวการศึกษาค้นคว้า
8. แผนปฏิบัติงาน
9. ผลที่คาดว่าจะได้รับ
10. เอกสารอ้างอิง

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544 : 92) ได้เสนอหัวข้อต่างๆ ของโครงการทำโครงการวิทยาศาสตร์หรือโครงการเพื่อขอเสนอทำโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ชื่อโครงการที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิทยาศาสตร์
2. ผู้ทำโครงการวิทยาศาสตร์ หรือคณะผู้ทำโครงการวิทยาศาสตร์
3. ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
4. ที่มาและความสำคัญของโครงการวิทยาศาสตร์
5. วัตถุประสงค์ของการทำโครงการวิทยาศาสตร์
6. สมมติฐานของการศึกษา
7. ขอบเขตของการทำโครงการวิทยาศาสตร์

8. วิธีดำเนินการ
9. ผลที่คาดว่าจะได้รับ
10. แผนการกำหนดเวลาปฏิบัติงาน
11. เอกสารอ้างอิง

3) การลงมือทำโครงการ

เมื่อผ่านขั้นตอนการวางแผนเรียบร้อยแล้ว นักเรียนจะเริ่มลงมือทำโครงการตามที่ระบุไว้ในเค้าโครงของโครงการวิทยาศาสตร์ที่เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา การลงมือทำโครงการอาจจะประกอบด้วย การเก็บรวบรวมข้อมูล การสร้างหรือการประดิษฐ์ การทดลอง การค้นคว้าจากเอกสารต่างๆ เป็นต้น สุดท้ายแล้วแต่จะเป็นโครงการประเภทใด

มนัสวี พยัคฆนันท์ (2536 : 53-56) กล่าวถึงการลงมือทำโครงการวิทยาศาสตร์ว่าควรคำนึงถึงเรื่องต่อไปนี้

1. การเตรียมวัสดุอุปกรณ์และสถานที่
2. การจัดบันทึกกิจกรรม
3. การทดลองอย่างรอบคอบ
4. ความประหยัดและปลอดภัย
5. ทำตามแผนงานที่วางไว้
6. ทำการทดลองซ้ำเพื่อความน่าเชื่อถือของข้อมูล
7. ทำงานเป็นขั้นตอน
8. ถ้าเป็นสิ่งประดิษฐ์ ควรคำนึงถึงความคงทน แข็งแรง และขนาดเหมาะสม

เมื่อดำเนินการครบถ้วนตามขั้นตอนได้ข้อมูลแล้ว นักเรียนจะต้องทำการวิเคราะห์ข้อมูลแปลผลสรุปผลการศึกษา พร้อมทั้งอภิปรายผลการศึกษาว่าปรากฏผลตรงตามที่คาดหมายหรือไม่

4) การเขียนรายงาน

การเขียนรายงานเป็นการเสนอผลของการศึกษาค้นคว้า เพื่ออธิบายให้ผู้อ่านได้เข้าใจถึงแนวคิด วิธีการศึกษาค้นคว้า ข้อมูล ผลที่ได้ ตลอดจนข้อสรุป และข้อเสนอแนะต่างๆ เกี่ยวกับโครงการนั้น โดยใช้ภาษาที่อ่านเข้าใจง่าย ชัดเจน ตรงไปตรงมาและครอบคลุมหัวข้อต่างๆ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2531 : 32-33) ได้เสนอแนะวิธีเขียนรายงาน ควรประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้

1. ชื่อโครงการ
2. ชื่อผู้ทำโครงการ
3. ชื่อครูหรืออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ
4. บทคัดย่อ บทคัดย่อต้องอธิบายถึงที่มาและความสำคัญของโครงการ วัตถุประสงค์ วิธีดำเนินการและผลที่ได้ ตลอดจนข้อสรุปต่างๆ อย่างประมาณ 300-350 คำ
5. ที่มาและความสำคัญของโครงการ

6. จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

7. สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

8. วิธีดำเนินการ อาจแยกเป็น 2 ข้อย่อย คือ

8.1 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

8.2 วิธีดำเนินการทดลอง ซึ่งต้องอธิบายขั้นตอนการดำเนินงานโดยละเอียด

9. ผลการศึกษาค้นคว้า นำเสนอข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าหรือผลการทดลองต่างๆ ที่สังเกตรวบรวมได้ รวมทั้งเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย

10. สรุปข้อเสนอแนะ ผลสรุปที่ได้จากโครงการ ถ้ามีการตั้งสมมติฐานควรระบุด้วยว่าข้อมูลที่ได้นับสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือยังสรุปไม่ได้ นอกจากนี้ควรกล่าวถึงการนำผลการทดลองไปใช้ประโยชน์ อุปสรรคของการทำโครงการหรือข้อสังเกตที่สำคัญหรือข้อผิดพลาดบางประการที่เกิดขึ้นจากการทำโครงการนี้ รวมทั้งข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงแก้ไขเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาสำหรับผู้สนใจจะทำเรื่องทำนองเดียวกันในอนาคตด้วย

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544 : 96) อธิบายถึงการเขียนรายงานการทำโครงการวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่า เป็นการนำเสนอผลการศึกษาหรือผลการทำโครงการให้ผู้อ่านเข้าใจถึงแรงผลักดันสำคัญของปัญหาที่ก่อให้เกิดการค้นคว้า วิธีดำเนินการศึกษา และผลของการศึกษาหรือผลของการทำโครงการ การเขียนรายงานเป็นขั้นสุดท้ายของการทำโครงการเพื่อบอกให้ทราบว่า เพราะเหตุใดจึงทำ ทำอะไรบ้าง ทำแล้วได้ผลเป็นอย่างไร การเขียนรายงานที่ดีต้องสื่อให้ผู้อ่านเข้าใจอย่างชัดเจนและเข้าใจอย่างรวดเร็ว ดังนั้นการเขียนรายงานจึงต้องอาศัยความรู้ ทักษะ และประสบการณ์พอสมควร ส่วนประกอบของรายงาน ควรประกอบด้วยหัวข้อดังนี้

1. บทคัดย่อ

2. หลักการและเหตุผลหรือที่มาและความสำคัญของโครงการ

3. ปัญหาหรือวัตถุประสงค์ของการทำโครงการ

4. การศึกษาทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

5. การตั้งสมมติฐาน

6. อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา

7. วิธีดำเนินการศึกษา การจัดกระทำข้อมูลที่รวบรวมได้ตลอดจนการสื่อความหมายข้อมูล

8. การแปลผลและสรุปผล

9. ข้อเสนอแนะ

10. เอกสารอ้างอิง

5) การแสดงผลงาน

เป็นการเผยแพร่ผลงานที่ได้ศึกษาค้นคว้าสำเร็จต่อผู้สนใจ อาจทำได้ในแบบต่างๆ

ภพ เลหาไพบุลย์ (2537 : 278) ได้ยกตัวอย่างแบบของการจัดแสดงผลงาน ดังนี้คือ การจัดนิทรรศการ การอภิปรายทางวิทยาศาสตร์ การสาธิตประกอบการรายงานปากเปล่า

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2531 : 18) ได้กล่าวถึงข้อควรคำนึงในการจัดแสดงโครงงานวิทยาศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้

1. ความปลอดภัยของการจัดแสดง
2. ความเหมาะสมของเนื้อหาที่จัดแสดง
3. คำอธิบายที่เขียนแสดงความเน้นเฉพาะประเด็นสำคัญ ใช้ข้อความที่กะทัดรัด
4. ดึงดูดความสนใจของผู้เข้าชม โดยใช้สีที่สดใส เน้นจุดสำคัญ
5. ใช้ตารางและรูปภาพประกอบโดยจัดวางอย่างเหมาะสม
6. สิ่งที่แสดงทุกอย่างถูกต้อง
7. ในกรณีที่เป็นสิ่งประดิษฐ์ สิ่งนั้นควรอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้สมบูรณ์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2531 : 18) ได้กล่าวถึงสิ่งที่ควรพิจารณาในการอธิบายหรือรายงานปากเปล่าต่อผู้ชมหรือกรรมการตัดสินโครงงานไว้ดังต่อไปนี้

1. ต้องทำความเข้าใจกับเรื่องที่อธิบายเป็นอย่างดี
2. คำนึงถึงความเหมาะสมของภาษาที่ใช้กับระดับผู้ฟัง ควรให้ชัดเจนและเข้าใจง่าย
3. รายงานอย่างตรงไปตรงมาไม่อ้อมค้อม ขณะรายงานมองตรงไปยังผู้ฟัง
4. อย่าท่องจำรายงานหรืออ่านรายงาน แต่อาจจดหัวข้อสำคัญๆ ไว้เพื่อช่วยการรายงาน

เป็นไปตามขั้นตอน

5. เตรียมตอบคำถามที่เกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ
6. ตอบคำถามอย่างตรงไปตรงมา ไม่จำเป็นต้องกล่าวถึงสิ่งที่ไม่ได้ถาม
7. หากติดขัดในการอธิบาย อย่าเสแสร้งหรือกลบเกลื่อนควรยอมรับด้วยดี
8. ควรรายงานให้เสร็จภายในระยะเวลาที่กำหนด
9. ควรใช้สื่อประเภทโสตทัศนูปกรณ์ประกอบการรายงานด้วย เช่น แผ่นใสหรือสไลด์ เป็นต้น

ต้น

1.7 บทบาทของผู้ที่เกี่ยวข้องกับการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ นักเรียนเป็นผู้มีบทบาทมากที่สุดตั้งแต่เริ่มคิดหัวข้อดำเนินการ จนกระทั่งโครงงานวิทยาศาสตร์สำเร็จลุล่วงไป แต่การดำเนินการของนักเรียนจะราบรื่นหรือสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีหรือไม่เพียงใดต้องอาศัยความร่วมมือหรือช่วยเหลือจากบุคคลหลายฝ่าย ผู้ที่มีบทบาทเกี่ยวข้องกับการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ได้แก่

1. ครูหรืออาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานวิทยาศาสตร์
2. ผู้บริหารโรงเรียน
3. ผู้ปกครอง
4. ผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้เชี่ยวชาญ

บทบาทของครูหรืออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์

ครูหรืออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์มีบทบาทและความสำคัญต่อการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นอย่างมาก กล่าวคือ นอกจากจะเป็นผู้คอยแนะแนวทางให้ความช่วยเหลือเมื่อนักเรียนประสบปัญหาในขณะที่ทำโครงการงานวิทยาศาสตร์แล้ว ยังมีส่วนช่วยกระตุ้นความสนใจและเสริมกำลังใจแก่นักเรียนอีกด้วย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2529 : 25) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูหรืออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์ สรุปได้ 3 ด้าน ดังนี้

1. บทบาทด้านการให้ความรู้

ครูหรืออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์ควรเป็นผู้ที่มีความสนใจในการศึกษาค้นคว้า ทดลอง กระตือรือร้นในการอ่าน ศึกษางานวิจัยหรือโครงการงานวิทยาศาสตร์อยู่เสมอ เพื่อประโยชน์ในการให้คำแนะนำและช่วยเหลือในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเรื่องต่างๆ เริ่มตั้งแต่การคิดและเลือกหัวข้อที่จะทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ แหล่งที่นักเรียนสามารถศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้นๆ เทคนิควิธีต่างๆ ในการดำเนินงานและแนวทางในการแก้ปัญหา ตลอดจนเริ่มประสบการณ์ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำโครงการงานโดยการจัดทัศนศึกษาออกไปสำรวจข้อมูลในท้องถิ่นหรือการฝึกเทคนิคบางประการ เพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนนำไปใช้ในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ต่อไป

2. บทบาทด้านบริหาร

ครูหรืออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์ควรเป็นผู้เสียสละ สามารถจัดเวลาให้กับนักเรียนในการให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกต่างๆ ให้นักเรียนได้ เช่น การร่วมอภิปรายกับนักเรียนเพื่อหาแนวทางแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในขั้นตอนต่างๆ ของการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ การจัดหาสถานที่ที่จะใช้ทำการทดลอง วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีต่างๆ การขอความร่วมมือจากผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกในการให้คำปรึกษาพิเศษแก่นักเรียน การรวบรวมหัวข้อหรือตัวอย่างโครงการงานวิทยาศาสตร์ ตลอดจนเอกสารต่างๆ ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าประกอบทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

3. บทบาทด้านการสร้างบรรยากาศ

ในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะต้องมีความอดทน อุตสาหะอย่างมากในการต่อสู้กับอุปสรรคและปัญหาที่เกิดขึ้น ดังนั้น ครูหรืออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์จึงเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการให้กำลังใจแก่นักเรียน เพราะเป็นผู้ที่ใกล้ชิดนักเรียนที่สุดในการทำโครงการงาน ดังนั้นจะต้องแสดงให้เห็นว่าตนมีความสนใจในการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและพร้อมที่จะให้ความช่วยเหลือในการแก้ปัญหาต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้น มีความกระตือรือร้นในการทำงานร่วมกับนักเรียนในฐานะเป็นผู้ร่วมเรียนรู้ปัญหารวมทั้งรับฟังความคิดเห็นของนักเรียนด้วยความสนใจ กระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และช่วยเหลือในการเสริมความคิดนั้น

ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น กล่าวชมเชยเมื่อนักเรียนแสดงความคิดเห็นที่ดีหรือแสดงความสามารถในการทำงานให้เกิดผลสำเร็จได้

ธีระชัย ปุรณโชติ (2531 : 26-28) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูหรืออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. ชักชวนหรือกระตุ้นนักเรียนให้สนใจความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์
2. ครูควรเป็นผู้ริเริ่มชี้ให้นักเรียนคิดทำโครงการวิทยาศาสตร์
3. ครูเป็นผู้แนะนำให้นักเรียนรู้หลักการและวิธีการทำโครงการวิทยาศาสตร์รวมทั้งแนะนำเลือกหัวข้อเรื่องที่จะทำโครงการ
4. รับเป็นที่ปรึกษาทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยช่วยแนะนำการวางแผนหรือการเขียนเค้าโครงของโครงการ
5. จัดการหรือแนะนำผู้เชี่ยวชาญพิเศษเฉพาะด้านเพื่อให้นักเรียนขอคำแนะนำในกรณีที่ครูไม่สามารถให้คำปรึกษาได้
6. จัดหาสิ่งอำนวยความสะดวกในการทำโครงการให้แก่นักเรียน
7. แนะนำนักเรียนในเรื่องของการใช้ห้องปฏิบัติการ การใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ในการทดลอง
8. คอยติดตามและดูแลการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างใกล้ชิด
9. คอยให้กำลังใจแก่นักเรียน
10. ครูต้องระวังบทบาทของตนเองไม่ใช่ผู้บังคับหรือกำหนดให้นักเรียนทำโครงการตามแนวของครู
11. ให้คำแนะนำปรึกษาแก่นักเรียนในการเขียนรายงานให้ถูกต้องตามหลักของการเขียนรายงาน
12. ส่งเสริมหรือจัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงผลงานที่ทำสำเร็จแล้ว

บทบาทของผู้บริหารโรงเรียน

ผู้บริหารโรงเรียนเป็นผู้ที่มีส่วนให้การทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นไปได้โดยราบรื่นและทำให้กิจกรรมดังกล่าวในโรงเรียนดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง ซึ่งธีระชัย ปุรณโชติ (2531 : 29) ได้กล่าวถึงบทบาทของผู้บริหาร สรุปได้ดังนี้

1. ผู้บริหารโรงเรียนควรเข้าใจว่าการทำโครงการวิทยาศาสตร์เป็นการส่งเสริมการเรียนรู้โดยวิธีเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเองอย่างดียิ่ง แต่นักเรียนจำเป็นต้องใช้วัสดุอุปกรณ์หรือสถานที่ของโรงเรียนทั้งในและนอกเวลาเรียน ดังนั้นผู้บริหารจึงควรให้ความร่วมมือและสนับสนุนด้วยการจัดสรรงบประมาณในการซื้อวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีต่างๆ ตามความเหมาะสมรวมทั้งอำนวยความสะดวกในเรื่องสถานที่และเวลาที่จะใช้ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ด้วย
2. ส่งเสริมให้มีการจัดกิจกรรมเพื่อแสดงผลงานของนักเรียนภายในโรงเรียนหรือส่งผลงานของนักเรียนเข้าร่วมแสดงหรือประกวดในโอกาสต่างๆ ตามความเหมาะสม

3. ให้กำลังใจและสนับสนุนครูอาจารย์ที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนทำโครงการวิทยาศาสตร์เท่าที่ทำได้

บทบาทของผู้ปกครอง

ความสำเร็จในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนนั้นส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากผู้ปกครองนักเรียนที่คอยสนับสนุน ให้กำลังใจ ให้ทุนทรัพย์ อำนวยความสะดวกบางประการ รวมถึงให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ดังที่ ชีระชัย ปุณณโชติ (2531 : 29) ได้กล่าว บทบาทของผู้ปกครองไว้ดังนี้

1. ให้ความสนใจในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและควรทำความเข้าใจในความสำเร็จของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ด้วย
2. ให้กำลังใจแก่นักเรียน เมื่อนักเรียนรู้สึกท้อถอย
3. ให้การสนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการทำโครงการ เช่น จัดเวลาว่างที่บ้านให้นักเรียนมีโอกาสทำโครงการ จัดสถานที่ที่เหมาะสมกับการทำโครงการ ช่วยจัดหาอุปกรณ์และให้ความช่วยเหลือในการจัดซื้อบ้างเท่าที่จำเป็น

บทบาทของผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้เชี่ยวชาญ

โครงการวิทยาศาสตร์มีขอบเขตกว้างขวาง บางครั้งโครงการวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนศึกษานั้นอาจมีเนื้อหาหรือเทคนิควิธีที่ยุ่งยากซับซ้อน จึงจำเป็นต้องมีบุคคลที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในด้านนั้นๆ โดยเฉพาะ เป็นที่ปรึกษาและแนะนำร่วมกับอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิทยาศาสตร์แก่นักเรียน อาจจะเป็นอาจารย์จากมหาวิทยาลัย นักวิจัย แพทย์ วิศวกร นักวิทยาศาสตร์ เป็นต้น ผู้ทรงคุณวุฒิเหล่านี้สามารถให้การสนับสนุนการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้เป็นอย่างดี เช่น ให้คำแนะนำปรึกษาปัญหาเฉพาะด้านต่างๆ ให้ยืมเครื่องมือทดลองหรือให้ใช้สถานที่ทดลอง เป็นต้น

2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีเหตุผล

2.1 ความหมายของการคิด

ได้มีผู้ให้ความหมายของการคิดไว้แตกต่างกันดังนี้

บรูเนอร์ และคณะ (Bruner, et , al. 1965 : 32) และทาบา (Taba) ให้ความหมายของการคิดที่สอดคล้องกันว่า การคิดเป็นกระบวนการที่ใช้ในการสร้างแนวคิดรวบยอด (Concept Formation) ด้วยการจำแนกความแตกต่าง การจัดกลุ่มและการกำหนดเรียกชื่อ ข้อความที่ได้รับและเป็นกระบวนการที่ใช้ในการแปลความหมายข้อมูล รวมถึงการสรุปอ้างอิงด้วยการจำแนกรายละเอียด การเชื่อมโยง ความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้รับ และนำกฎเกณฑ์ต่างๆ ไปประยุกต์ใช้ได้เหมาะสม

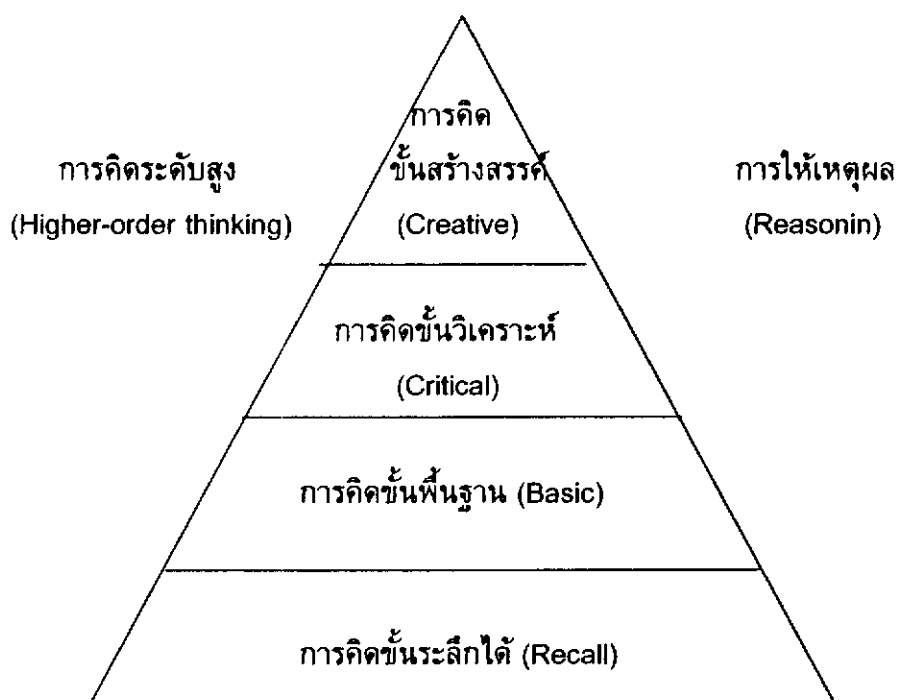
กิลฟอร์ด (Guilford. 1967 : 7) ให้ทรงเห็นว่า การคิดเป็นการค้นหาหลักการโดยการแยกแยะคุณสมบัติของสิ่งต่างๆ หรือข้อความจริงที่ได้รับแล้วทำการวิเคราะห์เพื่อหาข้อสรุปอันเป็นหลักการของข้อความจริงๆ นั้น รวมถึงการนำหลักการไปใช้ในสถานการณ์ที่ต่างไปจากเดิม

เพียเจต์ และอินเฮลเดอร์ (Piget and Inhelder. 1969 : 58) ให้ทรงเห็นว่าเกี่ยวกับการคิดไว้ว่า การคิดหมายถึงการกระทำสิ่งต่างๆ ด้วยปัญญา การคิดของบุคคลเป็นกระบวนการใน 2 ลักษณะ คือ เป็นกระบวนการปรับโครงสร้าง โดยการจัดสิ่งเร้าหรือข้อความที่ได้รับจริงให้เข้ากับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ กับกระบวนการปรับเปลี่ยนโครงสร้าง โดยการปรับประสบการณ์เดิมให้เข้ากับความจริงที่รับรู้ใหม่ บุคคลให้การคิดทั้งสองลักษณะนี้ร่วมกันหรือสลับกันเพื่อปรับความคิดของตนให้เข้ากับสิ่งเร้ามากที่สุด ผลของการปรับเปลี่ยนการคิดดังกล่าวช่วยพัฒนาวิธีการคิดของบุคคลจากระบบหนึ่งไปสู่การคิดอีกระดับหนึ่งที่สูงกว่า

ไอแซก และคณะ (Eysenck, et al. 1972 : 317) อธิบายว่า การคิดเป็นปฏิกริยาของจิตมนุษย์ ซึ่งช่วยให้แต่ละคนสามารถปรับตัวเข้ากับสังคมสิ่งแวดล้อมและยังช่วยให้แต่ละคนสามารถปรับตัวเข้ากับสังคมสิ่งแวดล้อม และยังช่วยให้แต่ละคนเกิดความพยายามและสัมฤทธิ์ผลในจุดมุ่งหมายที่ต้องการ ดังนั้นการคิดจึงนำไปสู่การกระทำและการปรับตัวที่ดีขึ้นกว่าเก่า

ครูลิก และรูดนิค (Krulik and Rudnick. 1993 : 3) ได้แบ่งการคิดออกเป็น 4 ชั้น คือ การคิดขั้นระลึก (Recall) จัดเป็นทักษะการคิดที่เป็นธรรมชาติเกือบเป็นอัตโนมัติเป็นความสามารถในการคิดระลึกข้อเท็จจริง การคิดขั้นพื้นฐาน (Basic) เป็นความเข้าใจ ความคิดรวบยอดเป็นประโยชน์นำไปใช้ในชีวิตประจำวัน การคิดขั้นวิเคราะห์ (Critical) เป็นความคิดที่ใช้ในการตรวจเชื่อมโยงและประเมินลักษณะทั้งหมดของทางแก้ปัญหา ประกอบด้วย การจำ การเรียนรู้ การวิเคราะห์ข้อมูลเชื่อมโยงข้อมูล เพื่อหาคำตอบที่มีเหตุผลได้ และการคิดขั้นสร้างสรรค์ (Creative) เป็นความคิดที่ซับซ้อน ความคิดระดับนี้เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่คิดหรือจินตนาการขึ้นเอง

ส่วนของการให้เหตุผล ครูลิก และรูดนิค มองว่าเป็นส่วนสำคัญของการคิด นอกเหนือไปจากการคิดขั้นระลึกได้ ดังแสดงให้เห็นในภาพประกอบ 3 ต่อไปนี้



ภาพประกอบ 1 การพัฒนาความสามารถด้านการคิด (Krulik. 1993 : 3)

ครูลิข และรุตนิก อธิบายว่า การคิดเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน แต่ละขั้นตอนที่แสดงในแผนภาพมิได้แยกจากกันทีเดียว เห็นว่า “การให้เหตุผล” เป็นส่วนที่รวมขั้นตอนตั้งแต่ความคิดขั้นพื้นฐาน การคิดวิเคราะห์ และการคิดขั้นสร้างสรรค์ และสำหรับการคิดในระดับสูง (Higher Order Thinking) เป็นการคิดที่อยู่ในขั้นวิเคราะห์และคิดสร้างสรรค์

โอดาฟเฟอร์ (O' Daffer. 1990 : 378) ได้ให้ทรรศนะเกี่ยวกับการให้เหตุผล เช่นเดียวกับครูลิข และรุตนิก คือ การให้เหตุผลเป็นการคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการ การสรุปแนวคิดที่สมเหตุสมผลและการหาความสัมพันธ์ของแนวคิด

คาร์พลัส (Karplus. 1997 : 170 – 177) ได้อธิบายการคิดอย่างมีเหตุผลของเด็กใน 2 ลักษณะ คือ ขั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรม และขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม ไว้ดังนี้

การคิดอย่างมีเหตุผลแบบรูปธรรม (Concrete Reasoning Pattern : C)

C₁ (Classification) สามารถจำแนกและรวมกลุ่มสิ่งของโดยอาศัยเกณฑ์การสังเกตคุณสมบัติของสิ่งเหล่านั้น เช่น บอกความแตกต่างของกรดและเบสได้ โดยการสังเกตกระดาษลิตมัสที่เปลี่ยนแปลง และมีความเข้าใจลักษณะที่เป็นตรรกศาสตร์ เช่น สุนัขเป็นสัตว์แต่สัตว์ทุกตัวตัวไม่ใช่สุนัขทั้งหมด

C₂ (Conservation) สามารถคิดอย่างมีเหตุผลเรื่องการอนุรักษ์ โดยปริมาณของสารคงที่เมื่อไม่มีการนำมาเพิ่ม หรือเอาออกไป เช่น เมื่อเทน้ำออกจากถ้วยลงในกระบอกตวงปริมาณของน้ำจากถ้วยในครั้งแรกเท่ากับปริมาณของน้ำในกระบอกตวง

C₃ (Serial Ordering) สามารถจัดอันดับแสดงความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ จากการสังเกต คุณสมบัติและเริ่มใช้วิธีจับคู่ (One-to-one Correspondence) ระหว่างสิ่งของสองกลุ่ม เช่น สัตว์ขนาดเล็กมีจังหวะของการเดินของหัวใจ เร็วกว่าสัตว์ที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งการเดินของหัวใจช้า

การคิดอย่างมีเหตุผลแบบนามธรรม (Formal Reasoning Patterns : F)

F₁ (Theoretical Reasoning) สามารถจัดแบ่งกลุ่มที่ซับซ้อนมากขึ้น ใช้หลักการวิทยาศาสตร์ช่วยในการจัดอันดับและการคิดอย่างมีเหตุผล ไม่จำเป็นต้องอาศัยคุณสมบัติที่สังเกตได้ด้วยประสาททั้งห้า เช่น สามารถแยกปฏิกิริยาเคมี ระหว่าง Oxidation และ Reduction โดยใช้หลักการอนุรักษ์พลังงาน นอกจากนี้ยังยอมรับข้อสมมติฐานใดๆ ที่ขัดแย้งกับตนเองได้

F₂ (Combinatorial Reasoning) สามารถใช้กฎเกณฑ์พิจารณาลักษณะของความคิดจากปัญหาต่างๆ เช่น สามารถเข้าใจลักษณะทางพันธุกรรมที่แสดงลักษณะปรากฏลักษณะแฝง ตั้งแต่สองจำนวนขึ้นไป

F₃ (Functionally and Proportional Reasoning) อธิบายและตีความของลักษณะหน้าที่ในลักษณะความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์ เช่น อธิบายถึงอัตราเร็วของการแพร่กระจายโมเลกุลของสารผ่านเยื่อบางๆ เป็นสัดส่วนผกผันกับรากที่สองของน้ำหนักโมเลกุลของสารนั้น

F₄ (Control of Variables) มีความเข้าใจในความจำเป็นที่จะออกแบบทดลองโดยใช้การควบคุมตัวแปรอื่นๆ นอกจากตัวแปรที่ต้องการทดสอบเท่านั้น เช่น การออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบข้อเท็จจริงใน F₃

F₅ (Probability and Correlation Reasoning) สามารถตีความจากการสังเกตตัวแปรอื่นๆ ซึ่งแสดงผลที่ไม่ได้คาดหวังไว้ แต่ตีความเฉพาะตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันเท่านั้น

ตาราง 1 การเปรียบเทียบการคิดอย่างมีเหตุผลของเด็กในขั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรมและขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม

ขั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรม	ขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม
1. ต้องใช้การอ้างอิงจากการกระทำที่คล้ายคลึงกัน จากวัตถุและจากคุณสมบัติที่สังเกตได้	1. สามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับความคิดรวบยอด ความสัมพันธ์ คุณสมบัติทางนามธรรม ข้อเท็จจริง และทฤษฎี โดยใช้สัญลักษณ์แทนความคิด
2. สามารถให้เหตุผลตาม $C_1 - C_3$ แต่ไม่สามารถให้เหตุผลตาม $F_1 - F_5$	2. สามารถให้เหตุผลตาม $F_1 - F_5$ ได้ดีพอๆ กับ $C_1 - C_3$
3. ในการปฏิบัติการที่ยุ่งยาก ต้องการคำแนะนำที่เป็นลำดับขั้น	3. สามารถวางแผนเพื่อปฏิบัติการ โดยครอบคลุมถึงวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้
4. มักไม่ใช้ความคิดของตนเอง ให้ความคิดเห็นที่ไม่แน่นอน ใช้ข้อสรุปหลายประเด็นหรือบางครั้งขัดแย้งกับข้อเท็จจริง	4. มีความรู้ความเข้าใจและใช้ความคิดพิจารณาด้วยตนเอง ตรวจสอบทบทวนเพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นในผลสรุปซึ่งใช้ข้อมูลต่างๆ เป็นรากฐาน

ที่มา : Karplus, Robert. (1977) "Science Teaching and the Development of Reasoning",
Journal of Research in Science Teaching. 14 (2) : 169 –175

ลักษณะการคิดอย่างมีเหตุผลแบบนามธรรม

ในระหว่างที่เด็กเริ่มมีอายุย่างเข้าสู่วัยรุ่น ความรู้สึกนึกคิด ความรู้สึกความเข้าใจของเด็กวัยนี้จะมีวิวัฒนาการเข้าสู่ความเป็นผู้ใหญ่มากขึ้น เพียร์เจต์เรียกลักษณะขั้นการเจริญเติบโตทางสติปัญญาการเรียนรู้ของเด็กในวัยนี้ว่า ขั้นที่มีแนวคิดปฏิบัติการแบบนามธรรม (Formal Operation) ตรงกับช่วงอายุประมาณ 11 – 15 ปี จากการศึกษาค้นคว้าวิจัยของเพียร์เจต์ พบว่ารูปแบบการกระทำที่เป็นเหตุเป็นผลของเด็กเมื่อเข้าสู่วัยนี้จะเป็นระบบและใช้กระบวนการคิดอย่างสลับซับซ้อน เริ่มขยายวงจากสิ่งที่เป็นรูปธรรม (Concrete Objects) ออกไป โดยนำความคิดที่เป็นประสบการณ์เดิม ความคิดที่เป็นนามธรรมเป็นข้อมูลประกอบความคิดมากขึ้น จากพัฒนาการด้านความคิดดังกล่าว ทำให้เด็กในวัยนี้สามารถเผชิญกับปัญหาในรูปแบบต่างๆ โดยใช้ความคิดที่เป็นเหตุเป็นผล (Logical Operation) ซึ่งมีลักษณะต่างๆ ซึ่งอธิบายคร่าวๆได้ดังนี้ (Sund. 1976 : 48-58)

1. เหตุผลเชิงนามธรรม (Abstract Reasoning) กระบวนการคิดของเด็กวัยรุ่นเริ่มใช้หลักการ หรือแนวคิดแบบผู้ใหญ่ มีความสลับซับซ้อนในการใช้เหตุผล เช่น รู้จักการใช้ลำดับเหตุผลเป็นขั้นตอน สามารถรวบรวมข้อมูลประมวลเข้าด้วยกัน ใช้ความคิดใคร่ครวญแล้วจึงแสดงออกมาเป็น

การกระทำอย่างถูกกาลเทศะ รู้จักใช้ความคิดคาดการณ์เชิงคณิตศาสตร์ และสามารถใช้การวิพากษ์วิจารณ์ได้อย่างมีหลักเกณฑ์

2. สามารถตั้งสมมติฐานเชิงใช้เหตุผลแบบอนุมานได้ (Hypothetical Deductive reasoning) เช่น เมื่อคนเราพบปัญหาอย่างหนึ่ง การเริ่มต้นกระบวนการแก้ปัญหาโดยคาดการณ์ไว้อย่างหนึ่งแล้วพยายามสรุปโดยใช้เหตุผลเชิงอนุมาน เช่น เด็กคนหนึ่งคิดว่า “วิธีที่จะได้เป็นเจ้าของรถยนต์สักคันหนึ่ง คือการไปขอเงินพ่อแม่ซื้อ” แต่ในขณะที่เดียวกันอีกความคิดหนึ่งจะเกิดขึ้นแย้งกับความคิดเดิม “ไม่มีทางเป็นไปได้ พ่อแม่คงไม่ให้เงินฉันแน่” และคิดต่อไปว่า “ฉันต้องหาเงินมาซื้อด้วยตนเอง” ความคิดเป็นเช่นนี้เป็นหนทางที่ชี้นำการแก้ปัญหา “ฉะนั้นต้องหางานทำและเก็บเงินสะสมไว้เพื่อซื้อรถที่ต้องการ” ข้อสรุปสุดท้ายนี้เป็นความคิดเชิงเหตุเชิงผลแบบอนุมานที่เด็กคนนี้นำมาใช้ในการแก้ปัญหาของตนเอง

3. การอ้างเหตุเชิงตรรกวิทยา (Syllogistic Reasoning) เป็นลักษณะการตั้งสมมติฐานเชิงใช้เหตุผลแบบอนุมานชนิดหนึ่ง เช่น

- ก. สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ให้นมลูกกิน
- ข. สัตว์นี้ให้นมลูกกิน
- ค. เพราะฉะนั้นสัตว์ตัวนี้เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

ในการใช้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์นี้ คนที่ใช้ความคิดขั้นนามธรรมจะประเมินเหตุผลนี้ว่าเป็นจริงเสมอไปหรือไม่ ดังเช่น

- ก. สุนัขเห่า
- ข. สัตว์ตัวนี้เห่า
- ค. เพราะฉะนั้นสัตว์ตัวนี้เป็นสุนัข

คำตอบในข้อ ค. อาจเป็นปัญหาสำหรับผู้ที่ใช้ความคิดขั้นนามธรรม เพราะการสรุปว่าสัตว์ทุกตัวที่ “เห่า” จะต้องเป็นสุนัขเสมอไปนั้นอาจไม่เป็นจริงเพราะสัตว์ชนิดอื่นอาจ “เห่า” เหมือนสุนัข การคิดเหตุผลแบบอนุมานแบบ Syllogism จึงเป็นขั้นก้าวหน้าไปอีกขั้นหนึ่ง การประเมินก่อนลงความคิดเห็นเป็นลักษณะที่คนเราใช้สติปัญญารับรู้

4. การสันนิษฐานความเป็นเหตุเป็นผล (Propositional Thinking) เด็กในวัยนี้บางคนเริ่มมีความคิดคาดการณ์เป็นขั้นๆ โดยใช้เหตุผลต่างๆ

- 4.1 มันอาจเป็นเช่นนั้น หรือเป็นเช่นนั้นได้
- 4.2 มันอาจเป็นเช่นนั้น และเป็นเช่นนั้นได้ด้วย
- 4.3 มันอาจเป็นเช่นนั้น แต่ไม่เป็นเช่นนั้น
- 4.4 มันอาจไม่เป็นทั้งเช่นนั้น และเช่นนั้นได้

ตัวอย่างการใช้เหตุผลอธิบายปรากฏการณ์ เช่น

- 1. ถ้าเป็น (ก) ต้องเกิด (ข)

ตัวอย่าง “ถ้าฝนตก (ก) พื้นดินจะชุ่มชื้น (ข)”

2. ถ้าเกิด (ข) เป็นเพราะ (ก)

ตัวอย่าง “ถ้าพื้นดินชุ่มชื้น (ข) แสดงว่าฝนตก (ก)”

3. ถ้าไม่ใช่ (ก) ก็จะไม่เกิด (ข)

ตัวอย่าง “ถ้าฝนไม่ตก (ก) พื้นดินก็ไม่ชุ่มชื้น (ข)”

4. ถ้าไม่เกิด (ข) ก็จะไม่ใช่ (ก)

ตัวอย่าง “ถ้าพื้นดินไม่ชุ่มชื้น (ข) แสดงว่าฝนไม่ตก (ก)”

ในกระบวนการใช้เหตุผลทำนองนี้ทำให้เกิดความคลุมตัวแปรตัวหนึ่งตัวใดไว้ แล้วใช้ตัวแปรอื่นๆ เป็นตัวทดลองไปเรื่อยๆ จนสามารถหาคำตอบหรือวิธีแก้ปัญหาได้

5. เข้าใจเรื่องการสัมพันธ์ข้อมูล (Comprehension of Allegory) เด็กที่สามารถเข้าใจเรื่องหรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่งแล้วสามารถแปลความหมายและมีความคิดลึกซึ้ง เช่นสามารถนำเรื่องที่มีประสบการณ์มาก่อนไปเปรียบเทียบกับสิ่งอื่นได้ โดยอธิบายความสัมพันธ์ของประเด็นต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้

6. การคิดย้อนกลับ (Reflexive Thinking) เด็กสามารถใช้เหตุผลโดยการย้อนกลับความคิดที่ตนได้มีประสบการณ์มาก่อนได้ เช่น การลงความคิดเห็นจากข้อมูลที่ได้รับมาแล้ว

ตัวอย่าง “ดำสูงกว่าแดง แดงสูงกว่าขาว ถามว่าใครคือคนที่สูงที่สุด”

ขั้นการคิด ดำ สูงกว่า แดง

 แดง สูงกว่า ขาว

เพราะฉะนั้น ดำ สูงกว่า ขาว

คำตอบ ดำ คือคนที่สูงที่สุด

ลำดับขั้นตอนการคิดทำนองนี้เริ่มจาก

1) ตั้งประเด็นของปัญหา

2) พิจารณาว่าข้อมูลที่มีในปัญหา และข้อมูลที่ยังขาดหายไป

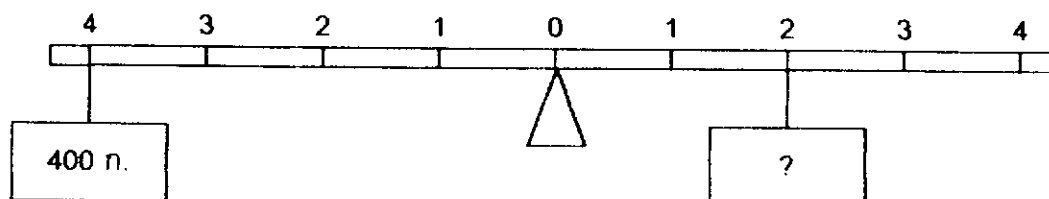
3) ร่างขั้นการดำเนินการคิดหาข้อมูลที่ยังขาดหายไป

4) ลงมือตอบ

7. หลักการใช้เหตุผลแบบผสมตัวแปรอย่างมีระบบ (Combinatorial Logic) เป็นความคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหาโดยเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบหลายๆ ตัวแปรอย่างมีระบบ ตัวอย่างเช่น

นักเรียนได้รับชุดบรรจุของเหลวไม่มีสี และไม่มีการกลิ่นจำนวน 4 ใบ กับขวดรูปชมพู่บรรจุของเหลวชนิดเดียวกัน เมื่อหยดของเหลวชนิดหนึ่งซึ่งมีป้ายชื่อ (ก) ลงในขวดรูปชมพู่ ของเหลวในขวดรูปชมพู่จะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ให้นักเรียนทำการทดลองผสมของเหลวในขวดทั้ง 4 ใบ ให้ได้ของเหลวสีเหลือง ในการแก้ปัญหานี้ เด็กที่มีสติปัญญาถึงขั้นนามธรรมจะสามารถใช้วิธีการผสมของเหลวในขวดเหล่านี้อย่างมีระบบระเบียบ ความยากของปัญหานี้อยู่ที่ว่าของเหลวเพียงขวดเดียวเท่านั้น ที่ผสมกับของเหลว (ก) จึงจะได้สีเหลือง ของเหลวในขวดอื่นๆ จะไม่ทำปฏิกิริยากัน

8. เข้าใจเรื่องสัดส่วน (Proportional Thinking) การใช้ความคิดตามหลักการสัดส่วนสามารถนำมาเป็นเหตุผลในการแก้ปัญหาได้ ตัวอย่าง เช่น ปัญหาคาชังแบบสองแขน เด็กสามารถหาคำตอบได้เองจากการใช้เหตุผลตามหลักสัดส่วน



ถามว่า จะต้องเอาน้ำหนักเท่าใดมาแขวนจึงจะทำให้คานอยู่ในลักษณะสมดุล

9. การควบคุมตัวแปร (Controls Variable) เมื่อทำการทดลองหรือคิดแก้ปัญหาใดๆ ที่สลับซับซ้อนจะสามารถแยกแยะตัวแปรต่างๆ ที่เป็นปัญหาเสียก่อนและใช้วิธีการควบคุมตัวแปรหนึ่งไว้ในขณะที่ตัวแปรอื่น ๆ เปลี่ยนไป เพื่อเก็บข้อมูลจากตัวแปรที่เปลี่ยนเท่านั้น

10. จำแนก จัดลำดับหมวดหมู่ เช่น สัตว์ พืช สิ่งของ ตามลำดับของการจำแนกโดยถือชนิดเป็นเกณฑ์ตามที่เกิดตามระบบอวัยวะ หรือตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดให้

11. สามารถตั้งคำถาม และยอมรับการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล สามารถวิพากษ์วิจารณ์เรื่องสิทธิและเสรีภาพ มีเหตุผลเป็นของตนเองในด้านการคิด

12. สามารถคิดแบบความน่าจะเป็น (Probability)

13. สามารถเข้าใจความคิดเชิงอุดมคติเป็นของตนเอง

จากเอกสารพัฒนาทางสติปัญญาพอสรุปได้ว่า การพัฒนาการทางสติปัญญาตามทฤษฎีของเพียเจท์ จะเกิดขึ้นเป็นระยะๆ หรือเป็นขั้นตอน แต่ละขั้นตอนจะแตกต่างกันไปแล้วแต่ลักษณะที่แตกต่างกันของเด็ก และสิ่งแวดล้อมหรือวัฒนธรรมของเด็กแต่ละคน ซึ่งการคิดจะเจริญขึ้นได้มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับ การเจริญทางกายและประสบการณ์ที่เด็กได้รับ สำหรับเด็กที่พัฒนาการอยู่ในขั้นปฏิบัติการด้านนามธรรม (อายุ 11 – 15 ปี) จะมีการคิดอย่างมีเหตุผลได้ดังนี้

การคิดอย่างมีเหตุผล (Logical Reasoning) หมายถึงการกระทำหรือกระบวนการทางสมอง ในการแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงและปรากฏการณ์จากสิ่งที่รู้แล้วไปยังสิ่งที่ยังไม่วัง เป็นกระบวนการคิดในขั้นการคิดแบบนามธรรม (Formal Thinking) และใช้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะการคิดดังต่อไปนี้

1. **เหตุผลเชิงนามธรรม (Abstract Reasoning)** เป็นการให้เหตุผลที่ไม่ต้องอาศัยสิ่งที่เป็นรูปธรรม เช่น รู้จักใช้การลำดับเหตุผลเป็นขั้นตอนสามารถรวบรวมข้อมูลเข้าด้วยกันแล้วแสดงความคิดเห็นออกมาอย่างมีหลักเกณฑ์

2. ตั้งสมมติฐานเชิงใช้เหตุผลแบบอนุमान (Hypthetical – Deductive Reasoning) หมายถึงการให้เหตุผลแบบคาดคะเนให้คำตอบล่วงหน้า เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาโดยการนำหลักการใหญ่ที่เป็นประสบการณ์เดิมไปสัมพันธ์กับหลักการย่อย เช่น

เด็กคนหนึ่งมีปัญหาอยู่ว่า : เธออยากได้รถจักรยานหนึ่งและเกิดความคิดว่า

ต้องขอเงินพ่อซื้อ : แต่พ่ออาจไม่ให้

ต้องหาเงินซื้อด้วยตัวเอง : ฉะนั้นต้องทำงานเพื่อเก็บเงินไว้ซื้อเอง

3. เหตุผลเชิงตรรกวิทยา (Syllogistic Reasoning) หมายถึงการอ้างเหตุผลที่สอดคล้องสมเหตุสมผลกัน ประกอบด้วยข้อเท็จจริง 2 ข้อ และข้อสรุป ตัวอย่างเช่น

ก. ความดีทุกอย่างควรสรรเสริญ

ข. ความกรุณาเป็นความดีอันหนึ่ง

ค. ฉะนั้นความกรุณาจึงควรสรรเสริญ

4. เหตุผลแบบมีเงื่อนไข (Propositional Thinking) หมายถึงการใช้เหตุผลอธิบายปัญหาที่ต้องการพิสูจน์ หรือแสดงใจหาย ตัวอย่างเช่น

ถ้าเป็น (ก) ต้องเกิด (ข)

ตัวอย่าง “ถ้าฝนตก (ก) พื้นดินชุ่มชื้น (ข)”

5. การคิดย้อนกลับ (Reflexive Thinking) หมายถึงความสามารถใช้เหตุผลย้อนกลับความคิดที่ตนได้มีประสบการณ์มาก่อนได้ เป็นการลงความเห็นจากข้อมูลที่ได้รับมาแล้ว เช่น

ดำ สูงกว่า แดง

แดง สูงกว่า ขาว

ฉะนั้น ดำ สูงกว่า ขาว

6. การคิดอย่างมีเหตุผลแบบสัดส่วน (Proportional Reasoning) หมายถึงความสามารถในการพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน 2 จำนวน หรือสัดส่วนของวัตถุอันหนึ่งกับวัตถุที่เหลือ

7. การควบคุมตัวแปร (Controls Variable) หมายถึง ความสามารถแยกตัวแปรหรือตัวประกอบตัวหนึ่งออกจากตัวแปรอื่นๆ และใช้วิธีการควบคุมตัวแปรหนึ่งไว้ในขณะที่ตัวแปรอื่นเปลี่ยนไป เพื่อเก็บข้อมูลจากตัวแปรที่เปลี่ยนเท่านั้น

8. การใช้เหตุผลแบบผสมตัวแปรอย่างมีระบบ (Combinatorial Logic) หมายถึง การคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของตัวแปรอย่างมีระบบ เช่น ในการทำปฏิกิริยาเคมีของสารพบว่ามีสารเคมี 2 ชนิด เท่านั้นเมื่อทำปฏิกิริยากันแล้วจะได้ตะกอนสีส้ม ถ้ากำหนดให้สารเคมีทั้งหมด 4 ชนิด โดยให้นักเรียนทำการทดลองผสมสารทั้ง 4 ชนิดให้ได้ตะกอนสีส้ม ซึ่งในการแก้ปัญหานี้เด็กจะใช้วิธีการโดยผสมสารเหล่านั้นอย่างมีระบบ

9. ความน่าจะเป็น (Probability) หมายถึง ตัวเลขที่บอกว่าเหตุการณ์หนึ่งจะมีโอกาสเกิดขึ้นมากน้อยเท่าไร ในบรรดาเหตุการณ์ทั้งหลายที่เป็นไปได้

จากแนวคิดดังกล่าว จะเห็นได้ว่าเด็กในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของไทยซึ่งมีอายุอยู่ระหว่าง 11 – 15 ปี มีการพัฒนาการคิดอย่างมีเหตุผลแบบนามธรรมได้ ผู้วิจัยจึงเลือกที่จะศึกษาถึงความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลกับเด็กนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ต่อไป

นอกจากนี้ ซันด์ (Sund. 1976 : 48 – 58) ได้แสดงความคิดเห็นไว้ดังนี้ว่า เด็กที่เริ่มมีอายุย่างเข้าสู่วัยรุ่น ความรู้สึกนึกคิด ความเข้าใจของเด็กวัยนี้ จะมีวิวัฒนาการเข้าสู่ความเป็นผู้ใหญ่มากขึ้น เพียเจต์ เรียกลักษณะขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาการเรียนรู้ของเด็กวัยนี้ว่า ขั้นที่มีแนวปฏิบัติการแบบนามธรรม (Formal Operation) ตรงกับช่วงอายุประมาณ 11 – 15 ปี จากการศึกษาค้นคว้าวิจัยของเพียเจต์ พบว่า รูปแบบการกระทำที่เป็นเหตุเป็นผลของเด็กเมื่อเข้าสู่วัยนี้เป็นระบบ และใช้กระบวนการอย่างสลับซับซ้อน เริ่มขยายวงจากสิ่งที่ป็นนามธรรม (Concrete Objects) โดยนำความคิดที่เป็นประสบการณ์เดิม ความคิดที่เป็นนามธรรม มาเป็นข้อมูลประกอบความคิดมากขึ้น จากพัฒนาการด้านความคิดมากขึ้น จากพัฒนาการด้านความคิดดังกล่าว ทำให้เด็กในวัยนี้สามารถเผชิญกับปัญหาในรูปแบบต่างๆ โดยใช้การกระทำที่เป็นเหตุผล (Logical Operation) ได้

2.2 พัฒนาการทางการคิดอย่างมีเหตุผล

กระบวนการคิดอย่างมีเหตุผลอยู่ในขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กที่เข้าสู่การปฏิบัติการคิดค้นด้วยรูปธรรม (Concrete Operation Stage) เป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการคิดที่ซับซ้อน ซึ่งนำไปสู่การคิดที่มีเหตุผลเชิงตรรก (Logical Thinking) ซึ่ง ดัทช์ (Deutsche) ได้กล่าวว่า การคิดของเด็กจะค่อยเป็นค่อยไป ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างกะทันหัน จากการศึกษาการคิดอย่างมีเหตุผลโดยแท้จริงแล้วเด็กสามารถคิดอย่างมีเหตุผลได้ในทุกระดับ เพียงแต่ว่าเด็กที่โตกว่ามีเหตุผลที่สูงกว่า (เดือนใจ ทองสาริต. 2531 : 38 – 40 ; อ้างอิงจาก Donalson. 1983 : 231 – 256)

ในการศึกษาเกี่ยวกับการคิดอย่างมีเหตุผล ควรมีความเข้าใจทฤษฎีพัฒนาการทางการคิดของเพียเจต์ และบรูเนอร์ ดังนี้

เพียเจต์ ได้แบ่งลำดับขั้นของการพัฒนาการทางสติปัญญา ออกเป็น 4 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นประสาทรับรู้และการเคลื่อนไหว (Sensori – Motor Stage) ขั้นนี้เริ่มตั้งแต่แรกเกิดจนถึง 2 ปี พฤติกรรมของเด็กวัยนี้ขึ้นอยู่กับ การเคลื่อนไหวเป็นส่วนใหญ่ เช่น การไขว่คว้า การเคลื่อนไหว การมอง การพูด ในวัยนี้เด็กแสดงออกเพื่อให้เห็นว่าสติปัญญาด้วยการกระทำ เด็กสามารถแก้ปัญหาได้ แม้ว่าไม่สามารถอธิบายได้ด้วยคำพูด เด็กจะต้องมีโอกาสดูจะปะทะกับสิ่งแวดล้อมด้วยตนเอง ซึ่งถือว่าเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการพัฒนาสติปัญญา และความคิด ในขั้นนี้ ความคิดความเข้าใจของเด็กก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว เช่น สามารถประสานระหว่างกล้ามเนื้อและสายตา เด็กวัยนี้มักทำอะไรซ้ำๆ บ่อยๆ เป็นการเลียนแบบ พยายามแก้ปัญหาโดยการเปลี่ยนวิธีการต่างๆ เพื่อให้ได้สิ่งที่ต้องการ แต่กิจกรรมการคิดของเด็กวัยนี้ส่วนใหญ่ยังคงอยู่เฉพาะสิ่งที่สามารถสัมผัสได้เท่านั้น

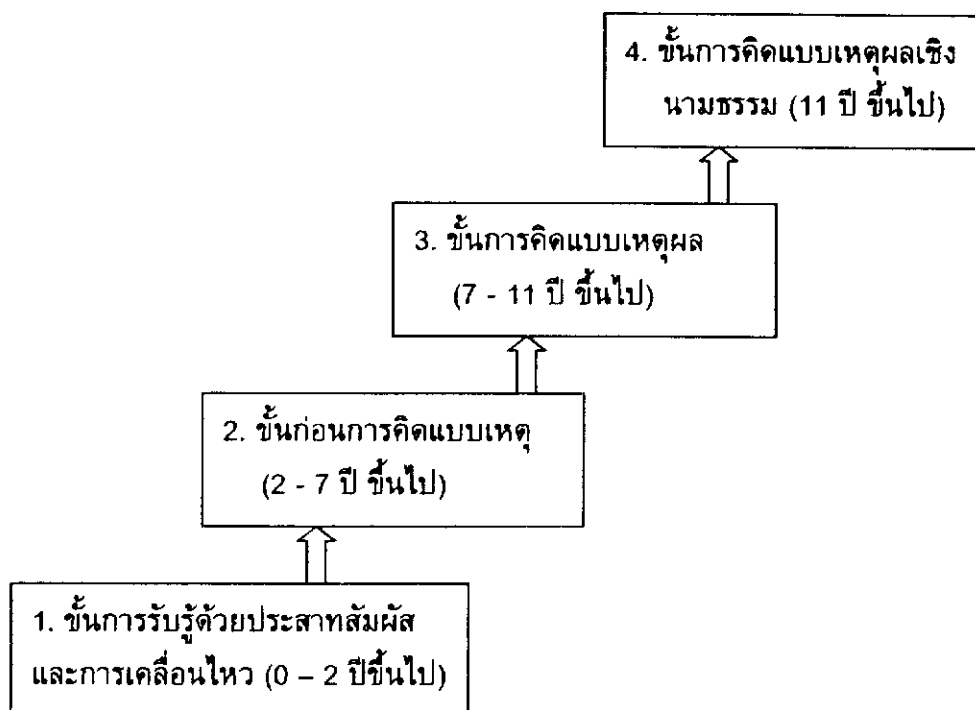
2. ขั้นปฏิบัติการคิด (Preoperational – Stage) ขั้นนี้เริ่มตั้งแต่ 2 – 7 ปี ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ขั้นย่อย คือ

2.1 ขั้นก่อนเกิดสัจกับ (Preconceptual Thought) เป็นขั้นพัฒนาการของเด็กอายุ 2 – 4 ปี เป็นช่วงที่เด็กเริ่มมีเหตุผลเกี่ยวโยงซึ่งกันและกัน แต่เหตุผลของเด็กวัยนี้ไม่มีขอบเขตเพราะเด็กยังคงยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง คือ ถือความคิดของตนเองเป็นส่วนใหญ่และมองไม่เห็นเหตุผลคนอื่น ความคิดและเหตุผลของเด็กวัยนี้จึงไม่ค่อยถูกต้องตามความจริงมากนัก นอกจากนี้ความเข้าใจต่อสิ่งต่างๆ ยังอยู่ในระดับเบื้องต้น เช่น เข้าใจว่าเด็กหญิงสองคนซึ่งเหมือนกันจะมีทุกอย่างเหมือนกันหมด แสดงว่าความคิดรวบยอดของเด็กวัยนี้ไม่พัฒนาเต็มที่

2.2 ขั้นการคิดแบบญาณหยั่งรู้ นึกเอาเองโดยไม่ใช้เหตุผล (Intuitive Thought) เป็นขั้นพัฒนาการของเด็กอายุ 4 – 7 ขั้นนี้เด็กจะเกิดความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ รอบตัวดีขึ้น รู้จักแยกประเภทและรู้จักชิ้นส่วนของวัตถุ เข้าใจความหมายของจำนวนเลขเริ่มมี พัฒนาการเกี่ยวกับการอนุรักษ แต่ไม่ชัดเจน สามารถแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้ โดยไม่คิดเตรียมล่วงหน้าไว้ก่อน รู้จักนำความรู้ในสิ่งหนึ่งไปอธิบายหรือแก้ปัญหาอื่น และสามารถนำเหตุผลต่างๆ ไปมาสรุปแก้ปัญหาโดยไม่วิเคราะห์อย่างถี่ถ้วนเสียก่อน การคิดหาเหตุผลของเด็กวัยนี้ขึ้นอยู่กับสิ่งที่รับรู้หรือสัมผัสจากภายนอก

3. ขั้นปฏิบัติการคิดค้นด้านรูปธรรม (Concrete Operation Stage) ขั้นนี้เริ่มจากอายุ 7 – 11 ปี พัฒนาการทางสติปัญญาและความคิดของเด็กวัยนี้สามารถสร้างกฎเกณฑ์และตั้งเกณฑ์ในการแบ่งสิ่งแวดล้อมออกเป็นหมวดหมู่ได้ เด็กวัยนี้สามารถที่จะเข้าใจเหตุ รู้จักแก้ปัญหาสิ่งต่างๆ ที่เป็นรูปธรรมได้ สามารถเข้าใจเรื่องความคงตัวของสิ่งต่างๆ โดยที่เด็กเข้าใจว่าของแข็งหรือของเหลวจำนวนหนึ่งแม้ว่าจะเปลี่ยนรูปร่างไปก็ยังคงมีน้ำหนักหรือปริมาตรเท่าเดิม สามารถเข้าใจความสัมพันธ์ของส่วนย่อย ส่วนรวม ลักษณะเด่นของเด็กวัยนี้ คือ ความสามารถในการคิดย้อนกลับ นอกจากความสามารถในการจำของเด็กในช่วงนี้ประสิทธิภาพมากขึ้น สามารถจัดกลุ่มหรือจัดการได้อย่างสมบูรณ์ สามารถสนทนากับบุคคลอื่นและเข้าใจความคิดของคนอื่นได้ดี

4. ขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม (Formal Operational Stage) ขั้นนี้เริ่มจากอายุ 11-15 ปี ในขั้นนี้พัฒนาการทางสติปัญญาและความคิดของเด็กวัยนี้เป็นขั้นสุดยอด คือ เด็กในวัยนี้เริ่มคิดแบบผู้ใหญ่ ความคิดแบบเด็กสิ้นสุดลง เด็กสามารถคิดหาเหตุผล นอกเหนือไปจากข้อมูลที่มีอยู่ สามารถที่คิดแบบนักวิทยาศาสตร์ สามารถตั้งสมมติฐานและทฤษฎี และเห็นว่าความเป็นจริงที่เห็นด้วย การรับรู้ที่สำคัญเท่ากับความคิดกับสิ่งที่อาจเป็นไปได้ เด็กวัยนี้มีความคิดนอกเหนือไปกว่าสิ่งปัจจุบัน สนใจที่จะสร้างทฤษฎีเกี่ยวกับทุกสิ่งทุกอย่างและมีความพอใจที่คิดพิจารณาเกี่ยวกับสิ่งที่ไม่มีความจริงหรือสิ่งที่เป็นนามธรรม (พรณี ช. เจนจิต. 2528 : 87 – 91)



ภาพประกอบ 2 แสดงลำดับขั้นพัฒนาการทางสติปัญญา (ประสาท อิศรปริดา. 2538 : 50)

พรณี ชูชัย (2522 : 53) กล่าวถึง ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาและความคิดเห็นของเพียเจต์ว่า เป็นทฤษฎีที่ได้ศึกษากระบวนการคิดทางสติปัญญาของเด็กแรกเกิดจนถึงวัยรุ่น ความคิดของเขามีอิทธิพลต่อจิตวิทยาพัฒนาการอย่างมาก เขาได้กระตุ้นให้คนสนใจกับขั้นตอนของพัฒนาการโดยเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจ (Cognition) เพียเจต์ มีความเชื่อว่าเป้าหมายของการพัฒนาการนั้นคือ

1. ความสามารถคิดอย่างมีเหตุผลกับสิ่งเป็นนามธรรม
2. ความสามารถคิดตั้งสมมติฐานอย่างสมเหตุสมผล
3. ความสามารถตั้งกฎเกณฑ์และการแก้ปัญหา

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของบรูเนอร์ (Bruner) ได้แบ่งพัฒนาการทางสติปัญญาและการคิดออกเป็น 3 ขั้น คือ

1. ขั้นแสดงออกด้วยการกระทำ (Enactive Stage) ขั้นนี้เปรียบเทียบกับขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (Sensorimotor Stage) ของเพียเจต์ เป็นขั้นที่เด็กเรียนรู้จากการกระทำ (Learning by doing) มากที่สุด
2. ขั้นสร้างภาพแทนใจ (Iconic Stage) ขั้นนี้เปรียบเทียบกับขั้นก่อนปฏิบัติการคิด (Preperation Stage) ของเพียเจต์ เด็กวัยนี้เกี่ยวข้องกับความจริงมากขึ้น เกิดความคิดจากการรับรู้เป็นส่วนใหญ่อาจมีจินตนาการบ้าง แต่ยังไม่สามารถคิดได้ลึกซึ้งเหมือนขั้นปฏิบัติการคิดด้วยรูปธรรมของเพียเจต์

3. ขั้นใช้สัญลักษณ์ (Symbolic Stage) เป็นการพัฒนาการขั้นสูงสุดของบรูเนอร์เปรียบได้กับพัฒนาการขั้นปฏิบัติการคิดด้วยรูปธรรม (Concrete Operation) ของเพียเจต์ ขั้นนี้เด็กสามารถเข้าใจความสัมพันธ์ของสิ่งของ สามารถสร้างความคิดรวบยอดหรือส่งกับในสิ่งต่างๆ ที่ซับซ้อนได้มากขึ้น (ประสาธน์ อิศรปริดา. 2523 : 133 – 36)

จากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget) และบรูเนอร์ (Bruner) สรุปได้ว่าเด็กที่เริ่มจากอายุ 11 – 15 ปี อยู่ในขั้นเริ่มเป็นผู้ใหญ่มีความสามารถในการคิดนามธรรมคิดหาเหตุผลจากข้อมูลที่มีเหตุผล และตั้งสมมติฐาน รับรู้สิ่งที่ไม่มีความจริงหรือสิ่งที่เป็นนามธรรมได้

ความเข้าใจเรื่องความคิดอย่างมีเหตุผลเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องมีในคนทุกวัย ตามทฤษฎีพัฒนาการของ เพียเจต์ คิดอย่างมีรูปธรรมในวัยเด็ก จนถึงวัยตั้งแต่ 12 ปีขึ้นไปรู้จักคิดอย่างนามธรรม ดังนั้นการจัดสภาพการเรียนการสอนควรที่ส่งเสริมความคิด วิชาสังคมศึกษาเป็นวิชาหนึ่งที่ช่วยฝึกฝนความคิด และสนับสนุนความคิดด้วยการวิเคราะห์ และใช้เหตุผล เพราะสภาพปัญหาสถานการณ์ในปัจจุบันที่เกิดขึ้นล้วนเป็นสิ่งแวดล้อมที่กระตุ้นให้เกิดความคิดตลอดเวลา

2.3 แนวทางในการส่งเสริมการคิดอย่างเหตุผล

การสอนให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล นักการศึกษาได้พยายามกำหนดทักษะการคิดเห็นว่าเป็นจำเป็น และเป็นพื้นฐานของการคิดอย่างมีเหตุผลว่า ควรมีลักษณะเช่นไร และใช้รูปแบบการฝึกอย่างไรจึงทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะนั้น เกี่ยวกับทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลนี้ ลิพแมน จาคอป และโคลแมน (Lipman Jacobs and Coleman) ได้กำหนดทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลที่ต้องการปลูกฝังให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนในระดับมหาวิทยาลัยไว้ดังนี้

1. ทักษะการสร้างความคิดรวบยอด ซึ่งประกอบด้วยทักษะในการค้นหา การจัดกลุ่ม การจัดประเภท การให้คำนิยาม การจัดเรียงลำดับ การใช้เกณฑ์ยกตัวอย่างและการขยายความ
2. ทักษะในการสร้างความสัมพันธ์ ประกอบด้วยทักษะการจำแนกในการพิจารณา และสร้างระบบความสัมพันธ์
3. ทักษะในการใช้เหตุผลจากเกณฑ์ต่างๆ เช่น ความคงเส้นคงวา ความเที่ยง ความสมบูรณ์ของปรากฏการณ์ และความจริงตามนิยาม
4. ทักษะในการสรุปอ้างอิงอย่างเป็นแบบแผน ทั้งเป็นการสรุปจากเงื่อนไขตลอดจนการสรุปอย่างไม่มีแบบแผน
5. ทักษะในการสร้างเหตุผลหลายๆ ทางโดยการพิจารณาหลายมิติ หรือพิจารณาย้อนกลับ
6. ทักษะในการสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดเห็นและกรอบทฤษฎี
7. ทักษะในการสร้างหลักการเชิงเหตุเชิงผล ได้แก่ ทักษะในการสร้างคำถามการให้เหตุผลการสร้างข้อดทกลงเบื้องต้น และการหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่างๆ เพื่อนำไปสู่ข้อยุติ
8. ทักษะในการสร้างทฤษฎี

ความสามารถด้านการคิดอย่างมีเหตุผลสามารถส่งเสริมได้ ถ้าจัดประสบการณ์การเรียนรู้หรือวิธีการสอนที่เหมาะสม มีนักการศึกษาหลายท่านได้สร้างรูปแบบหรือโปรแกรมการสอนโดยทักษะการคิดอย่างเหตุผล บางทักษะเป็นเป้าหมายของการสอนตามรูปแบบนั้นๆซึ่ง นิคเคอร์สัน (Nickerson) ได้สร้างรูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลที่เป็นอยู่ในปัจจุบันออกเป็น 5 กลุ่ม ส่วนใหญ่เน้นทักษะพื้นฐานความสามารถด้านการใช้เหตุผล คือ ความสามารถในการจัดประเภท การจัดเรียงลำดับ การเปรียบเทียบ การเรียบเรียงและการสรุปอ้างอิง รายละเอียดการจัดการสอนแต่ละกลุ่ม ดังนี้ (สมเจตน์ ไวยากรณ. 2530 : 20 ; อ้างอิงจาก Nickerson. 1984 : 29 – 35)

1. กลุ่มโปรแกรมที่เน้นในแนวทางกระบวนการคิด (Cognitive Process Approches) กลุ่มนี้กำหนดข้อตกลงไว้ว่า ความสามารถในการคิดนั้นขึ้นอยู่กับกระบวนการคิดพื้นฐานบางประการ เช่น การเปรียบเทียบ การจัดลำดับ การจำแนกประเภท การอ้างอิงและการทำนาย กระบวนการขั้นพื้นฐานนี้เป็นกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้
2. กลุ่มโปรแกรมที่เน้นในแนวยุทธศาสตร์การคิด โปรแกรมนี้มุ่งเน้นเกี่ยวกับกลวิธีที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นแนวทางที่นำไปสู่เป้าหมายที่เชื่อว่ามีโอกาสที่ประสบผลสำเร็จสูง โปรแกรมนี้ มักพบในงานวิจัยทางด้านจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการคิด โดยเฉพาะในด้านการแก้ปัญหาหรือในงานวิจัยที่เกี่ยวกับเชาว์ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence)
3. กลุ่มโปรแกรมที่เน้นในแนวทางเกี่ยวกับการพัฒนาการของการคิดตามทักษะของเพียเจต์ (Formal Thinking or stage Development) โปรแกรมในกลุ่มนี้สร้างขึ้นตามแนวทัศนะจากการคิดเฉพาะด้านและลักษณะที่เป็นรูปธรรมให้สามารถคิดในแนวกว้าง และคิดในสิ่งที่เป็นามธรรมได้ ซึ่งเป็นการพัฒนาการในระดับการใช้เหตุผลเชิงตรรกะวิทยาได้
4. กลุ่มโปรแกรมที่เน้นแนวทางของการใช้ภาษาสัญลักษณ์ (Language and Symbol Manipulation) โปรแกรมนี้มีความเชื่อว่า การเขียนที่มีประสิทธิภาพนั้นเป็นกิจกรรมที่มีแบบแผนที่ต้องใช้ความสามารถในการแสดงความคิดออกมาให้ชัดเจน และมีความต่อเนื่องซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้จำเป็นต้องมีการวางแผน ตลอดจนกำหนดแนวทางปฏิบัติเพื่อนำไปสู่เป้าหมาย โดยมีการแบ่งออกเป็นส่วนๆ หรือเป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่อง ซึ่งเป็นการฝึกทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลด้านการสังเคราะห์ข้อความ โดยใช้การเขียนเป็นวิธีการแสดงความคิดออกมา เป็นเครื่องมือในการพัฒนา
5. กลุ่มโปรแกรมที่ยึดการคิดเป็นเนื้อหาสาระของการฝึก หรือโปรแกรมที่ใช้แนวทางของการคิดเกี่ยวกับการคิด (Thinking About Thinking) โปรแกรมในแนวทางนี้ เชื่อว่าการเรียนรู้เกี่ยวกับการคิด ช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนากระบวนการคิดของตนเองให้ดีขึ้น เพราะผู้เรียนจะรู้ถึงสิ่งที่เป็นความคิดของตนเอง รู้ว่าตนเองกำลังคิดอะไรและต้องการรู้อะไร อันเป็นแนวทางที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถควบคุมและตรวจสอบการคิดของตนเอง ในขณะที่ทำการคิดกลุ่มนี้มุ่งที่

พัฒนาการคิดของผู้เรียนให้ถึงขีดสูงสุดตามศักยภาพที่ผู้เรียนมีอยู่ โดยให้ผู้เรียนได้ทำการวางแผนการคิดเป็นขั้นตอน เพื่อเป็นกรอบในการตรวจสอบว่าตนเองมีข้อผิดพลาดในขั้นตอนใด

กลุ่มโปรแกรมการฝึกทั้ง 5 กลุ่มนี้ เท่าที่จัดการสอนในโรงเรียนสามารถจำแนกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ (สมเจตน์ ไวยากรณ์. 2530 : 24)

1. เป็นโปรแกรมเฉพาะทาง ซึ่งเป็นโปรแกรมการสอนทักษะการคิดโดยเฉพาะ ได้แก่ กลุ่มโปรแกรมที่ใช้กระบวนการคิดแนวทาง

2. เป็นโปรแกรมที่เสริมสร้างทักษะการคิด โดยใช้เนื้อหาวิชาหลักสูตรปกติเป็นสื่อในการพัฒนาการคิด ได้แก่ กลุ่มโปรแกรมที่เน้นในแนวยุทธศาสตร์การคิด กลุ่มโปรแกรมที่เน้นในแนวทางเกี่ยวกับพัฒนาการของการคิดตามทักษะของเพียเจต์ กลุ่มโปรแกรมที่เน้นในแนวทางการใช้ภาษาและสัญลักษณ์และกลุ่มโปรแกรมที่ใช้แนวทางของการคิดเกี่ยวกับการคิด

สรุปแนวคิดแต่ละกลุ่มมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลทุกกลุ่ม เพียงแต่ใช้วิธีการและทักษะการคิดบางทักษะแตกต่างกัน

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์

งานวิจัยต่างประเทศ

ซิลเดรส (Childress. 1983 : 3280-A) ได้ทำวิจัยเรื่อง “ผลของการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ต่อการเปลี่ยนแปลงระดับพุทธิปัญญาของวัยรุ่น” กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 73 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่หนึ่งกำหนดให้ต้องทำโครงงานวิทยาศาสตร์ กลุ่มที่สองอาจเลือกทำโครงงานวิทยาศาสตร์หรือไม่ทำก็ได้ และกลุ่มที่สามไม่ต้องทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า

1. ระดับของการพัฒนาทางสติปัญญาตามทฤษฎีของเพียเจต์ของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. กลุ่มตัวอย่างที่กำหนดให้ต้องทำโครงงานวิทยาศาสตร์ กับกลุ่มตัวอย่างที่เลือกทำโครงงานวิทยาศาสตร์เองไม่มีความแตกต่างกันของการพัฒนาทางสติปัญญาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมสัน (Mason. 1991 : 3376-A) ได้ทำวิจัยเรื่อง “การศึกษาประสิทธิภาพของโครงงานวิทยาศาสตร์ที่ครูเป็นผู้ริเริ่มและนักเรียนเป็นผู้ริเริ่ม” กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับ 7 และ 8 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาในเมืองออตตาวา จำนวน 285 คน ผู้วิจัยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 ครูเป็นผู้กำหนดโครงงานให้นักเรียนทำ

กลุ่มที่ 2 นักเรียนเป็นผู้เลือกทำโครงงานเอง

กลุ่มที่ 3 กลุ่มควบคุมซึ่งไม่ต้องทำโครงงานวิทยาศาสตร์

ดำเนินการทดลองเป็นเวลา 6 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีผลทางบวกของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
2. การทำโครงการวิทยาศาสตร์มีผลทางบวกเล็กน้อยต่อเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชาย
3. โครงการวิทยาศาสตร์ที่ครูเป็นผู้กำหนดให้นักเรียนทำมีความสำเร็จและสมบูรณ์มากกว่าโครงการวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนเป็นผู้เลือกทำเอง

โฮวิก (Howick. 1992 : 4283-A) ได้ทำการวิจัย “การศึกษาเฉพาะกรณีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ทางทะเล” โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมทางทะเล ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน จากการทำโครงการวิทยาศาสตร์ทางทะเลดำเนินการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่างนักเรียน 19 คนเป็นเวลา 22 วัน ผลการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่างมีความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมทางทะเลสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
2. เจตคติต่อสิ่งแวดล้อมของกลุ่มตัวอย่างระหว่างการทำกิจกรรมเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยระยะเริ่มแรกนักเรียนสนใจกิจกรรมนั้นหนาแน่นการต่าง ๆ แต่หลังจากที่สิ้นสุดการทำกิจกรรมนักเรียนจะเน้นความสนใจต่อสิ่งแวดล้อมทางทะเลและแหล่งทรัพยากรที่ถูกทำลาย
3. กิจกรรมการทำโครงการวิทยาศาสตร์ทางทะเลส่งเสริมเจตคติในทางบวกต่อมโนคติทางวิทยาศาสตร์ทางทะเล

งานวิจัยภายในประเทศ

กมล เฟื่องฟูง (2534 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโครงการวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนที่เรียนโดยครูเป็นผู้สอนโครงการวิทยาศาสตร์” กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มทดลองสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์ กลุ่มควบคุมสอนโดยครูเป็นผู้สอนโครงการวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์สูงกว่าครูเป็นผู้สอนโครงการวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์สูงกว่าครูเป็นผู้สอนโครงการวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ลัดดา สายพานทอง (2535 : บทคัดย่อ) ได้ทำวิจัยเรื่อง “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู” กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์

กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบฝึกทำโครงงานวิทยาศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สุนทรี วัฒนพันธ์ (2535 : บทคัดย่อ) ได้ทำวิจัยเรื่อง “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลองกับที่ได้รับการสอนตามคู่มือ” กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ กลุ่มควบคุมสอนตามคู่มือ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

กัญญา ภิญญกิจ (2538 : บทคัดย่อ) ได้ทำวิจัยเรื่อง “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสนใจในกิจกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอนด้วยการทำโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับการสอนตามคู่มือครู” กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเสนา” เสนาประสิทธิ์ อำเภอสนา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา แบ่งเป็นกลุ่มทดลองได้รับการสอนด้วยการทำโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ความสนใจกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนได้รับการสอนด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีกับการสอนตามคู่มือแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากผลการวิจัยสรุปได้ว่า โครงงานวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้ที่นักเรียนเป็นสำคัญสอดคล้องกับการปฏิรูปการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนได้เรียนรู้องค์ความรู้ด้วยตนเอง มีการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง ค้นคว้า คิดค้นหาความรู้และแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีเหตุผล

งานวิจัยในต่างประเทศ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลมีทั้งในรายวิชาสังคมศึกษา วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และในลักษณะอื่นๆ ดังนี้

เนลสัน (Nelson. 1973 : 97) ได้ทำการศึกษาโดยใช้ครูสองคน ที่สอนโดยใช้วิธีสอนสองแบบกับนักเรียนเกรด 6 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนหนึ่งสอนโดยการกระตุ้นให้คิด อีกห้องหนึ่งสอนโดยไม่ได้กระตุ้นให้คิด โดยสอนสัปดาห์ละ 3 วัน 36 คาบเรียน ทั้ง 2 ห้องเรียน ได้รับการเรียนแบบทดลองเหมือนกันแต่ในตอนอภิปรายหลังการทดลอง ห้องเรียนที่ใช้วิธีการสอนโดยไม่กระตุ้นให้คิดครูใช้คำถามระดับต่ำ ส่วนอีกห้องที่ใช้วิธีสอนกระตุ้นให้คิด ครูใช้คำถามระดับสูง ผลการวิจัย

พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบไม่กระตุ้นให้คิด มีความรู้เกี่ยวกับหลักการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าพวกที่สอนโดยกระตุ้นให้คิด ส่วนนักเรียนที่สอนโดยวิธีกระตุ้นให้คิด มีการเพิ่มปริมาณและคุณภาพด้านการสังเกต และการอ้างอิงมากกว่าพวกที่สอนด้วยวิธีไม่กระตุ้นให้คิด

เรย์ (Ray. 1979 : 3221-A) ได้ทำวิจัยเรื่อง “การเปรียบเทียบอิทธิพลของการใช้คำถามระดับต่ำ คำถามระดับสูงในการสอนวิชาเคมีที่มีความมีเหตุมีผลเชิงนามธรรม และการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 2 กลุ่มๆ ละ 54 คน โดยจัดสภาพแวดล้อมให้เหมือนกันหมดกลุ่มที่ 1 สอนด้วยคำถามระดับสูง (คำถามชั้นความเข้าใจขั้นการนำไปใช้ ชั้นวิเคราะห์ และชั้นการประเมินค่า) อีกกลุ่มหนึ่งสอนด้วยคำถามระดับต่ำ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่สอนด้วยคำถามระดับสูงสามารถทำคะแนนจากแบบทดสอบในเรื่องของความรู้มีเหตุมีผลเชิงนามธรรม และการคิดอย่างมีเหตุผลได้มากกว่าอีกกลุ่มหนึ่ง

รีด (Reed. 1999 : 4039-A) ได้ทำวิจัยเรื่อง “ศึกษาผลของแบบจำลองการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักศึกษาในการวิเคราะห์เอกสารจากแหล่งต่างๆ รวมทั้งการแปลความหมาย การใช้เหตุผล และการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการศึกษาวิชาประวัติศาสตร์ผลการวิจัยพบว่า

1. ความสามารถในการคิดเชิงประวัติศาสตร์ของนักศึกษาและการคิดอย่างมีวิจารณญาณพัฒนาได้ดีขึ้นภายใน 1 ภาคเรียนการศึกษา
2. ความรู้ในเรื่องประวัติศาสตร์พัฒนาดีขึ้นเมื่อได้รับการฝึกฝนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
3. เพศและวัยไม่ได้มีบทบาทสำคัญใดๆ ในการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

งานวิจัยในประเทศ

สมเจตน์ ไวยากรณ์ (2530 : 100-102) ได้ศึกษารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มการทดลองสอนตามรูปแบบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วยกระบวนการสอน 4 ขั้นตอน คือ ขั้นการวางแผน ขั้นการสร้างความคิดรวบยอด ขั้นการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ และขั้นการประเมินผล ผลการวิจัยพบว่า การสอนตามกระบวนการในชั้นต่างๆ ของรูปแบบการสอนพัฒนาการใช้พฤติกรรมกรคิดแบบวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่าของนักเรียนได้ตามต้องการ แต่พฤติกรรมกรคิดดังกล่าวต้องการเวลาแตกต่างกันโดยเฉพาะการประเมินค่าต้องการใช้เวลาในการสอนมากกว่าพฤติกรรมด้านการวิเคราะห์ เมื่อเปรียบเทียบกับกรสอนตามปกติแล้ว พบว่ารูปแบบการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นช่วยให้นักเรียนทุกระดับการเรียนทั้งผลการเรียนดี ปานกลาง และต่ำ มีความสามารถด้านการใช้เหตุผลของผู้เรียนเฉพาะที่มีผลการเรียนระดับปานกลางเท่านั้น

สนั่น แยม์สุนทร (2531 : 65) ได้ทำวิจัยเรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดราชบุรี” ผลการวิจัยที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 พบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลขึ้นปฏิบัติ การคิดด้วยรูปธรรม กึ่งนามธรรม และนามธรรม กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมี

ความสัมพันธ์กันและนักเรียนที่มีระดับความสามารถในการคิดแต่ละชั้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

จันทรา ศรีสุข (2531 : บทคัดย่อ) ได้ทำวิจัยเรื่อง "การศึกษาเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษาด้วยวิธีการสอนแบบสืบสวนและวิธีสอนแบบถ่ายทอดความรู้" กลุ่มตัวอย่างประชากร 2 กลุ่มๆละ 30 คน คัดเลือกจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านนาวิทยาคม จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยเรียนเรื่อง "ประชากรกับการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม" ซึ่งเป็นบทเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและทำการสอนเอง เป็นเวลา 15 คาบ นักเรียนกลุ่มทดลองได้เรียนด้วยวิธีการสอนแบบสืบสวน และนักเรียนกลุ่มควบคุมเรียนด้วยวิธีสอนแบบถ่ายทอดความรู้ เมื่อเรียนจบบทเรียนแล้ว นักเรียนทั้งสองกลุ่มทำแบบทดสอบความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลฉบับเดียวกันที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผลปรากฏว่า ความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

สมบูรณ์ กะการดี (2532 : บทคัดย่อ) ได้ทำวิจัยเรื่อง "ศึกษาการคิดอย่างเหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอภิปรายปัญหากับการสอนตามคู่มือครูพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอภิปรายปัญหาที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามแนวหนังสือคู่มือครู นักเรียนที่เรียนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอภิปรายปัญหาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามแนวหนังสือคู่มือครู นักเรียนที่เรียนโดยใช้สไลด์เทปประกอบการอภิปรายปัญหาหลังการทดลองมีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลสูงกว่าก่อนทำการทดลอง

ศศิภักดิ์ มีเกาะ (2535 : บทคัดย่อ) ได้ทำวิจัยเรื่อง "ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีเหตุในการเรียนวิชาสังคมศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนโดยใช้เทคนิคการพยากรณ์" พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้เทคนิคพยากรณ์และนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนตามคู่มือครูมีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และพบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่ม มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลหลังการทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง

สุภานันท์ มีเกาะ (2536 : บทคัดย่อ) ได้วิจัยเรื่อง "ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ การคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมการคิดกับการสอนตามคู่มือครู" พบว่าความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมการคิด กับที่เรียนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมการคิดหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วิชุดา งามอักษร (2541 : 104) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอนแบบ เอส ซี เอส กับการสอนตามคู่มือครู" ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนกลุ่มการทดลองและกลุ่ม

ควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

จากการศึกษางานวิจัยสรุปว่า ผู้เรียนจะมีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล เมื่อจัดสถานการณ์ที่กระตุ้นใช้คำถามให้คิด เพื่อให้เกิดทักษะในด้านการสังเกต การสรุปวิเคราะห์อ้างอิงอย่างสมเหตุสมผล มาเป็นกิจกรรมในการฝึก สร้างกระบวนการคิดแก่ผู้เรียน เพื่อปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้เป็นอย่างดี

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการสุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดแสงดำ สำนักงานเขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 2 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 86 คน

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดแสงดำ สำนักงานเขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 จำนวนนักเรียน 30 คน 1 ห้องเรียน ที่สุ่มมาจากประชากรดังกล่าว ผู้วิจัยสุ่มนักเรียนมา 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Sample Random Sampling)

เนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาจากหลักสูตรสถานศึกษาในกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 โดยมีหัวข้อเรื่อง ดังต่อไปนี้

1. ระบบนิเวศในท้องถิ่น
2. ความสัมพันธ์ภายในระบบนิเวศ
3. ประชากร
4. ทรัพยากรธรรมชาติ
5. การดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

ผู้วิจัยทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 โดยใช้เวลาในการทดลอง

15 ชั่วโมง

แบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งทำการทดลองตามแผนการวิจัยแบบ One – Group Pretest – Posttest Design (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2531 : 216) ดังปรากฏในตาราง 2

ตาราง 2 แบบแผนการวิจัยเชิงทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	การทดลอง	สอบหลัง
R_E	T_1	X	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

R_E	คือ	กลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์
T_1	คือ	การสอบก่อนเรียน
T_2	คือ	การสอบหลังเรียน
X	คือ	การสอนด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์

2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์ สารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย ระบบนิเวศในท้องถิ่น , ความสัมพันธ์ภายในระบบนิเวศ , ประชากร , ทรัพยากรธรรมชาติ , การดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

- แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์

2. เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน ได้แก่

- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

- แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ

1. วิเคราะห์หลักสูตรโดยนำคำอธิบายรายวิชา เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม มาวิเคราะห์เพื่อกำหนดเนื้อหา จุดประสงค์ กิจกรรม คาบเวลา ได้ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ระบบนิเวศในท้องถิ่น	3 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ความสัมพันธ์ภายในระบบนิเวศ	3 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ประชากร	3 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ทรัพยากรธรรมชาติ	3 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน	3 ชั่วโมง

รวม

15 ชั่วโมง

2. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์

การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

- 1) เริ่มจากการศึกษาเอกสารหลักสูตร คู่มือครู
- 2) วิเคราะห์หลักสูตร
- 3) วิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา เพื่อแยกเนื้อหา จุดประสงค์ และกิจกรรมให้เด่นชัด
- 4) จัดทำกำหนดการสอน
- 5) เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ / กำหนดความสามารถและชิ้นงานที่นักเรียนควรจะได้

ได้

- 6) ผลิตสื่อ / จัดหาแหล่งความรู้ / ทำใบความรู้
- 7) จัดกิจกรรมการเรียนการสอน ดังนี้

(1) ชี้นำเสนอ (Presenting) เป็นขั้นที่ครูจะต้องจัดสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง แล้วนักเรียนเลือกหัวข้อโครงงานวิทยาศาสตร์โดยใช้สื่อและเรื่องราวต่างๆ ที่เหมาะสมกับความรู้ความสามารถ ความต้องการและวุฒิภาวะของนักเรียน

(2) ชี้นวางแผน (Planning) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนเขียนโครงงานวิทยาศาสตร์เสนอแนะแนวทางหรือขั้นตอนต่างๆ ที่จะแก้ปัญหาหรือสนองความสนใจของนักเรียน โครงงานวิทยาศาสตร์นั้นจะต้องเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน ในขั้นนี้ครูจะคอยกระตุ้นให้นักเรียนมองเห็นแผนการที่จะทำได้โดยอาจจะใช้เอกสารหรือหนังสืออ่านประกอบต่างๆ

(3) ชี้นปฏิบัติ (Executing) เป็นขั้นที่นักเรียนลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ โดยครูคอยกำกับดูแลให้นักเรียนได้ดำเนินการตามแผน ในบางกรณีอาจจะต้องช่วยแก้ไขปัญหานักเรียนไม่สามารถดำเนินการตามขั้นตอนได้

(4) ชี้นการประเมิน (Evaluating) เป็นขั้นที่ครูประเมินผลงานของนักเรียนที่ได้ดำเนินการมา ซึ่งอาจจะประเมินการดำเนินงานหรือประเมินผลที่ได้จากโครงงานวิทยาศาสตร์

3. นำแผนการจัดการเรียนรู้ นำเสนอผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ กับพฤติกรรมที่วัด (IOC) ที่มีค่า 0.5 ขึ้นไป แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

4. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์แล้วไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายที่กำหนดไว้

5. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนดังนี้

5.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบ และการเขียนข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์จากเอกสารที่เกี่ยวกับการวัดผลประเมินผล

5.2 ศึกษาจุดประสงค์และเนื้อหารายวิชาวิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2) หน่วยการเรียนรู้ เรื่องชีวิตกับสิ่งแวดล้อม โดยแบ่งพฤติกรรมการวัด 4 ด้าน ได้แก่ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจุดประสงค์ที่ใช้ในการประเมินผลสัมฤทธิ์ในครั้งนี้มีจำนวน 8 จุดประสงค์

1. สืบค้น สืบค้นข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพในท้องถิ่น
2. สืบค้นข้อมูล และอธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงความหลากหลายทางชีวภาพที่มีผลต่อ มนุษย์ สัตว์ พืช และสิ่งแวดล้อม
3. สืบค้น อธิบาย และเขียนภาพแสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบภายในระบบนิเวศในท้องถิ่นและการถ่ายทอดพลังงาน
4. สืบค้นข้อมูลและอธิบายเกี่ยวกับวัฏจักรของคาร์บอน ไนโตรเจน และที่เกี่ยวข้องความสัมพันธ์ภายในระบบนิเวศ
5. สืบค้น ทดลอง และอธิบายการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากร
6. สืบค้น วิเคราะห์ และอธิบายเกี่ยวกับสภาพปัญหา ปัญหาสิ่งแวดล้อมทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่น
7. เสนอแนวคิดในการดูแลรักษาระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม การใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน
8. อาสาสมัครเป็นกลุ่มร่วมป้องกันและเฝ้าระวังทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น

5.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แบบปรนัยชนิด 5 ตัวเลือก โดยสัดส่วนจำนวนข้อในแต่ละจุดประสงค์ จำนวน 60 ข้อ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์พิจารณาแล้วปรับปรุงแก้ไข

5.4 นำเสนอผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ของแบบทดสอบ โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและตัวเลือกกับพฤติกรรมที่วัด (IOC) ที่มีค่า 0.66 ขึ้นไป แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

5.5 นำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดแสงดำ สำนักงานเขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 86 คน แล้วนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบเป็นรายข้อ

5.6 คัดเลือกแบบทดสอบจากคะแนนที่ได้วิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.23 ขึ้นไปและค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.52 – 0.88 ของแต่ละข้อของแบบทดสอบ

5.7 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกจำนวน 40 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดแสงดำ สำนักงานเขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 86 คน แล้วนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ได้ 0.75 โดยใช้สูตร K.R. 20 ของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 123)

5.8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ได้ไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างจริงต่อไป
ตัวอย่างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
คำสั่ง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

0. สิ่งแวดล้อมมีประโยชน์ต่อมนุษย์ด้านใดมากที่สุด

- ก. เป็นการศึกษาค้นคว้า
- ข. เป็นแหล่งท่องเที่ยว
- ค. เป็นแหล่งทำมาหากิน
- ง. เป็นสถานที่เพื่อการพักผ่อน
- จ. เป็นปัจจัยพื้นฐานการดำเนินชีวิต

00. สถานการณ์ใดแสดงว่าเป็นการเสียดุลของระบบนิเวศ

- ก. การทำไร่นาสวนผสม
- ข. การปลูกพืชหมุนเวียน
- ค. การปล่อยสัตว์ป่ากลับสู่ป่า
- ง. การตัดหญ้าในสนามกอล์ฟ
- จ. การเพิ่มจำนวนของตึกแถว

000. การเพิ่มจำนวนประชากรส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างไร

- ก. เกิดการแย่งแหล่งทำมาหากิน
- ข. ประชากรอยู่กันอย่างหนาแน่นมากขึ้น
- ค. มีการทำลายทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
- ง. เกิดปัญหาทางสังคมและก่อให้เกิดมลภาวะเป็นพิษ
- จ. เกิดการรณรงค์อนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมมากขึ้น

6. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล เรื่องชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

6.1 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล โดยนำแนวทางมาจากของ ณรงค์ พ่วงศรี (2525 : 67-79) จำนวน 20 ข้อ

6.2 นำข้อสอบในข้อ 6.1 จัดทำเป็นฉบับแล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 86 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร K.R. 20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 123) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.54

6.3 นำแบบทดสอบไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดแสงดำ สำนักงานเขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547

ตัวอย่างข้อสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
คำสั่ง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

การเพิ่มจำนวนประชากรส่งผลทำให้ระบบนิเวศ

0. กรณีสนับสนุนคำดังกล่าวข้างต้นที่ทำให้ระบบนิเวศขาดสมดุล

- ก. ประชากรใช้ทรัพยากรไม่ถูกวิธี
- ข. ประชากรมากขึ้นทรัพยากรมีจำกัด
- ค. ประชากรไม่เข้าใจเรื่องสภาพแวดล้อม
- ง. ประชากรเป็นผู้ทำลายทรัพยากรธรรมชาติ
- จ. ประชากรขาดความสนใจเรื่องทรัพยากรธรรมชาติ

การเลี้ยงกิ้งก่าล่าตัวดำก่ำเป็นที่นิยมของผู้เลี้ยงสัตว์น้ำจำนวนมาก จึงมีการแปรรูปปลาช่อนมาเป็นกิ้งก่า ต้องตัดไม้ในป่าชายเลน ทำให้ไม่มีต้นไม้ช่วยป้องกันการพังทลายของชายฝั่ง นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตต่างๆ ที่อาศัยตามป่าชายเลน ซึ่งก็ถูกทำลายไป สัตว์น้ำบางชนิดย้ายถิ่นที่อยู่จึงเป็นการทำลายแหล่งอาหารของสัตว์น้ำ

ผล : แหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต ที่เป็นระบบห่วงโซ่อาหารของสัตว์ต่างๆ ในระบบนิเวศเปลี่ยนแปลงและส่งผลกระทบต่อมนุษย์ด้วย

00. กรณีได้อธิบายสาเหตุที่ส่งผลกระทบต่อแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตได้ชัดเจนที่สุด

- ก. การตัดไม้ในป่าชายเลน
- ข. การแปรรูปปลาช่อน
- ค. มนุษย์ทำลายที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำ
- ง. การพังทลายของป่าชายฝั่งแนวป่าชายเลน
- จ. สัตว์น้ำเคลื่อนย้ายไปหาแหล่งอาหารที่อื่น

000. จากกรณีดังกล่าวอธิบายผลสรุปข้อใดชัดเจนที่สุด

- ก. การเลี้ยงสัตว์น้ำเป็นอาชีพใหม่
- ข. การพังทลายของชายฝั่งแนวป่าชายเลน
- ค. การกำหนดเขตพื้นที่ในการเลี้ยงกิ้งก่าล่าตัวดำก่ำ
- ง. การส่งเสริมให้มีการปลูกป่าชายเลนเพิ่มมากขึ้น
- จ. การขาดแคลนที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตในป่าชายเลน

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามขั้นตอนดังนี้

3.1 สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจับสลากมา 1 ห้องเรียนจาก 2 ห้องเรียน
จำนวนนักเรียน 30 คน

3.2 ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลทางวิทยาศาสตร์

3.3 ดำเนินการสอนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์ ใช้เวลาในการเรียนรู้ 15 ชั่วโมง

3.4 เมื่อสิ้นสุดตามกำหนดแล้ว จึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลทางวิทยาศาสตร์

3.5 นำผลคะแนนจากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

4. การจัดการกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล

เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ t-test dependent Sample

สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ยคำนวณจากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 137)

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมคะแนนทั้งหมด

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ของคะแนน คำนวณจากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์.

2540 : 143)

$$S = \sqrt{\frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ	S	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
	$\sum x$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	$\sum x^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา หมายถึง ค่าที่ได้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ ด้านเนื้อหาและด้านประเมินผล เป็นการตรวจสอบและพิจารณาว่าแบบทดสอบแต่ละขัั้นนั้นสอดคล้องกับเนื้อหาวิชาและจุดมุ่งหมายหรือไม่ ค่าที่ได้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ เรียกว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of Item Objective Congruence) ซึ่งจะมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1 ถ้าค่า IOC ที่ได้ค่าน้อยกว่า 0.5 แสดงว่า แบบวัดนั้นไม่สอดคล้องกับพฤติกรรมการณ์เรียนที่ต้องการวัด ต้องปรับปรุงใหม่โดยการนำคะแนนที่ได้มาแทนค่าในสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 117)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาวิชาทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนผู้ผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาความยากง่าย (Difficulty index : p) และหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination index ; r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้หลักการวิเคราะห์ข้อสอบในรายข้อ (Item Analysis) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 129-130)

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

เมื่อ	P	แทน	ค่าความยากง่าย
	R	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูก
	N	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

$$r = \frac{(R_u - R_L)}{\frac{N}{2}}$$

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

2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

แบบ คูเดอร์- สูตร 20 (Kuder-Richardson 20 หรือ K-R 20) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 275) โดยคำนวณจากสูตร

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

เมื่อ	R_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่น
	k	แทน	จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ
	p	แทน	สัดส่วนผู้ตอบถูกต้องผู้เข้าสอบทั้งหมด
	$(n) = \frac{\text{จำนวนนักเรียนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนนักเรียนทั้งหมด}}$		
	q	แทน	สัดส่วนผู้ที่ไม่ตอบผิดต่อผู้เข้าสอบทั้งหมด
	S_t^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ตรวจสอบสมมติฐาน ได้แก่ การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนในกลุ่มทดลองก่อนและหลังเรียน โดยใช้ t-test dependent sample (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 259)

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

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่ใช้ในการพิจารณา t-distributions
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังใช้ กับก่อนใช้สอนด้วยโครงการวิทยาศาสตร์
	D	แทน	ผลต่างของคะแนนแต่ละคู่
	n	แทน	จำนวนคู่

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

S แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

t แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t-test แบบ dependent sample

** แทน มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลข้อมูล ผู้วิจัยได้เสนอตามลำดับดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนที่ได้รับการสอนด้วย
โครงงานวิทยาศาสตร์

2. ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลระหว่างเรียนกับหลังเรียนที่ได้รับการสอนด้วย
โครงงานวิทยาศาสตร์

1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนที่ได้รับการสอนด้วย
โครงงานวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีทางสถิติ t-test แบบ Dependent ดังแสดงผลในตาราง

ตาราง 3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนที่ได้รับการสอนด้วย
โครงงานวิทยาศาสตร์

การทดสอบ	N	$\bar{X}$	S	t
ก่อนเรียน	30	16.63	4.09	18.62**
หลังเรียน	30	32.03	3.49	

$$t(.01, df = 29) = 2.46$$

จากตาราง 3 แสดงว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่างหลังเรียนกับก่อนเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยจะพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2) ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนที่ได้รับการสอนด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีทางสถิติ t-test แบบ Dependent ดังแสดงผลในตาราง

ตาราง 4 ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนที่ได้รับการสอนด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์

การทดสอบ	N	$\bar{X}$	S	t
ก่อนเรียน	30	7.70	1.70	22.47**
หลังเรียน	30	16.23	1.28	

$$t(.01, df = 29) = 2.46$$

จากตาราง 4 แสดงว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลระหว่างหลังเรียนกับก่อนเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยจะพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

บทที่ 5

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นการศึกษาวิจัยเชิงทดลองเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนด้วยโครงการวิทยาศาสตร์

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยโครงการวิทยาศาสตร์
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยโครงการวิทยาศาสตร์

สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยโครงการวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยโครงการวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2547 จำนวนนักเรียน 30 คน 1 ห้องเรียน ที่สุ่มมาจากประชากรดังกล่าว ผู้วิจัยสุ่มนักเรียนมา 1 ห้องเรียนจำนวน 30 คน ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Sample Random Sampling)
2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าประกอบด้วย
 - 2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงการวิทยาศาสตร์ สารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย ระบบนิเวศในท้องถิ่น , ความสัมพันธ์ภายในระบบนิเวศ , ประชากร , ทรัพยากรธรรมชาติ , การดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน
 - แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงการวิทยาศาสตร์
 - 2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน ได้แก่
 - แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
 - แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล
3. วิธีดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

3.1 สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เข้าเป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน

3.2 ก่อนการจัดการเรียนรู้ทดสอบกลุ่มตัวอย่างด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล แล้วนำผลของการทดสอบที่ได้มาตรวจให้คะแนน

3.3 ดำเนินการโดยการจัดการเรียนการสอนด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนของโครงงานวิทยาศาสตร์ เพื่อนำเนื้อหาที่ได้เรียนมาเขียนโครงงานวิทยาศาสตร์ จากเรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

3.4 เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนตามขั้นตอนนำแบบทดสอบหลังเรียนมาทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างอีกครั้งหนึ่งโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์ สรุปผลได้ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาอภิปรายได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนกับก่อนเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยนักเรียนได้รับการสอนด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 เหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะ

ประการแรก การจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ดังนี้ ขั้นนำเสนอ เป็นขั้นที่ครูจะต้องจัดสถานการณ์เพื่อเร้าให้นักเรียนเกิดความสนใจในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง แล้วนักเรียนเลือกหัวข้อโครงงานวิทยาศาสตร์โดยใช้สื่อและเรื่องราวต่างๆ ที่เหมาะสมกับความรู้ ความสามารถ ความต้องการและวุฒิภาวะของนักเรียน ขั้นวางแผน เป็นขั้นตอนที่นักเรียนเขียนโครงงานวิทยาศาสตร์เสนอแนะแนวทางหรือขั้นตอนต่างๆ ที่จะแก้ปัญหาหรือสนองความสนใจของ

นักเรียน โครงการงานวิทยาศาสตร์นั้นจะต้องเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน ในขั้นนี้ครูจะคอยกระตุ้นให้นักเรียนมองเห็นแผนการที่จะทำได้โดยอาจจะใช้เอกสารหรือหนังสืออ่านประกอบต่างๆ ขั้นปฏิบัติเป็นขั้นที่นักเรียนลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้โดยครูคอยกำกับดูแลให้นักเรียนได้ดำเนินการตามแผน ในบางกรณีอาจจะต้องช่วยแก้ไขปัญหที่นักเรียนไม่สามารถดำเนินการขั้นตอนได้ ขั้นการประเมิน เป็นขั้นที่ครูประเมินผลงานของนักเรียนที่ได้ดำเนินการมา ซึ่งอาจจะประเมินการดำเนินงานหรือประเมินผลที่ได้จากโครงการงานวิทยาศาสตร์ มีจุดมุ่งหมายเพื่อฝึกให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้และแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนด้วย ชีระชัย ปุณณโชติ (2531 : 4) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ เพื่อให้ให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรงในการศึกษาค้นคว้า หรือวิจัยเบื้องต้นทางวิทยาศาสตร์ภายในขอบเขตความรู้และประสบการณ์ตามลำดับขั้นตอนของของตน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรัก และความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์และมีโอกาสแสดงออก เพื่อพัฒนาความสามารถของนักเรียน ในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนรู้จักใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์ เพื่อพัฒนาความรับผิดชอบและสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ เพื่อให้นักเรียนตระหนักถึงคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสอดคล้องกับงานวิจัยของ กัญญา ภิญญกิจ (2538 : บทคัดย่อ) ได้ทำวิจัยเรื่อง “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสนใจในกิจกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอนด้วยการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับการสอนตามคู่มือครู” กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเสนา” เสนาประสิทธิ์ อำเภอเสนา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา แบ่งเป็นกลุ่มทดลองได้รับการสอนด้วยการทำโครงการงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ความสนใจกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนได้รับการสอนด้วยโครงการงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับการสอนตามคู่มือแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ประการที่สอง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่ได้รับการสอนด้วยโครงการงานวิทยาศาสตร์การเรียนรู้วิธีการทำโครงการเป็นกิจกรรมหนึ่งที่สามารถพัฒนา ส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนให้เต็มศักยภาพ เป็นการเรียนรู้ในสิ่งที่ผู้เรียนเกิดความคิดความสงสัย อยากรู้ สนใจ และต้องการหาคำตอบ (ธัญญณัฐ ชาวเหนือ. 2543 : 62) การเรียนรู้ด้วยวิธีการทำโครงการจึงได้รับการบรรจุไว้ในโครงสร้างหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ในช่วงชั้นที่ 1 – 4 โดยในแต่ละช่วงชั้นผู้เรียนจะต้องทำโครงการอย่างน้อย 1 โครงการ (กรมวิชาการ. 2544 : 28 , 41) โครงการงานวิทยาศาสตร์จึงเป็นกิจกรรมที่ควรจัดให้มีขึ้นในทุกโรงเรียนในปีการศึกษา 2545 ครูทุกคนสามารถจัดกิจกรรมเพื่อให้ให้นักเรียนทำโครงการได้ (สุภาวดี จันทะดี. 2544 : 12) เนื่องจากโครงการงานวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานของการทดลองและวิจัยวิทยาศาสตร์ เพราะการทำโครงการวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยกระบวนการวิจัย และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางในการศึกษา

และแก้ปัญหา มีการวางแผนที่จะศึกษาภายในขอบเขตของระดับความรู้ ระยะเวลา และอุปกรณ์ที่มีอยู่ และลงมือศึกษา สํารวจ ทดลอง เพื่อรวบรวมข้อมูลแล้วนำมาประมวลผลจนได้ข้อสรุปออกมาเป็นผลงานที่มีความสมบูรณ์ในตัวเอง (สสวท. 2542 : 1) สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุนทรี วัฒนพันธ์ (2535 : บทคัดย่อ) ได้ทำวิจัยเรื่อง “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลองกับที่ได้รับการสอนตามคู่มือ” กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ กลุ่มควบคุมสอนตามคู่มือ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

จากการศึกษาพบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างระหว่างหลังเรียนกับก่อนเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลหลังเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 เหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะ

ประการแรก การจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่พัฒนาการคิดด้านต่าง ๆ โดยความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลนั้น จากทฤษฎีพัฒนาการทางด้านความคิดของเพียเจท์ (ดวงเดือน ศาสตราจารย์. 2520 : 70-71 : อ้างอิงจาก Berry Wadsworth n.d.) ในขั้นของการคิดด้านนามธรรม เด็กในวัย 11 – 15 ปี เป็นช่วงที่โครงสร้างทางการคิดของเด็กพัฒนาเจริญเต็มที่ สามารถใช้เหตุผลแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ ในขั้นปฏิบัติการด้านนามธรรม (Formal Operation) นี้ เพียเจท์ กล่าวว่าเด็กสามารถใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และสร้างสมมติฐานในการแก้ปัญหา โครงสร้างทางสมอง (Schema) เป็นโครงสร้างใหม่ที่ถูกสร้างขึ้นได้แก่ โครงสร้างที่เกี่ยวกับสัดส่วน และการสมดุลของของเหลว การเคลื่อนที่สัมพันธ์ของวัตถุ และความน่าจะเป็น (Piaget and Inhelder. 1969 : 140-144) สอดคล้องกับงานวิจัยของ วิชุดา งามอักษร (2541 : 104) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอนแบบ เอส ซี เอส กับการสอนตามคู่มือครู” ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนกลุ่มการทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

ประการที่สอง ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ที่ได้รับการสอนด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์จากทฤษฎีพัฒนาการทางด้านความคิดของเพียเจท์ (ดวงเดือน ศาสตราจารย์. 2520 : 70-71 : อ้างอิงจาก Berry Wadsworth n.d.) ในขั้นของการคิดด้านนามธรรม เด็กในวัย 11 – 15 ปี เป็นช่วงที่โครงสร้างทางการคิดของเด็กพัฒนาเจริญเต็มที่ สามารถใช้เหตุผลแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ ในขั้นปฏิบัติการด้านนามธรรม (Formal Operation) นี้ เพียเจท์กล่าวว่าเด็กสามารถใช้เหตุผลทาง

วิทยาศาสตร์และสร้างสมมติฐานในการแก้ปัญหา โครงสร้างทางสมอง (Schema) เป็นโครงสร้างใหม่ที่ถูกสร้างขึ้นได้แก่ โครงสร้างที่เกี่ยวกับสัดส่วนและการสมดุลของของเหลว การเคลื่อนที่สัมพันธ์ของวัตถุ และความน่าจะเป็น (Piaget and Inhelder, 1969 : 140-144) สอดคล้องกับงานวิจัยของเรย์ (Ray, 1979 : 3221-A) ได้ทำวิจัยเรื่อง “การเปรียบเทียบอิทธิพลของการใช้คำถามระดับต่ำ คำถามระดับสูงในการสอนวิชาเคมีที่มีความมีเหตุมีผลเชิงนามธรรม และการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 2 กลุ่มๆ ละ 54 คน โดยจัดสภาพแวดล้อมให้เหมือนกันหมด กลุ่มที่ 1 สอนด้วยคำถามระดับสูง (คำถามชั้นความเข้าใจขั้นการนำไปใช้ ขั้นวิเคราะห์ และขั้นการประเมินค่า) อีกกลุ่มหนึ่งสอนด้วยคำถามระดับต่ำ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่สอนด้วยคำถามระดับสูงสามารถทำคะแนนจากแบบทดสอบในเรื่องของความมีเหตุมีผลเชิงนามธรรม และการคิดอย่างมีเหตุผลได้มากกว่าอีกกลุ่มหนึ่ง

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น จะเห็นว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนได้

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้และการศึกษาวิจัย ดังนี้

1. ข้อเสนอในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ครูผู้สอนนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปพัฒนาการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ในเรื่องอื่นๆ สารและสมบัติของสาร หรือร่างกายของเรา เป็นต้น เพื่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลได้

1.2 ครูผู้สอนควรให้นักเรียนได้ปฏิบัติตามขั้นตอนที่เต็มรูปแบบของขั้นตอนการเขียนโครงงานวิทยาศาสตร์และมีการแสดงผลงานที่ทำได้จริงออกเผยแพร่เพื่อเป็นการแสดงความสำเร็จในการปฏิบัติจริงของการเรียนโครงงานวิทยาศาสตร์

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

2.1 ควรศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์กับตัวแปรอื่น ๆ เช่น ความคิดสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหา และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือด้านคุณลักษณะทางคุณธรรม จริยธรรม ด้านจิตวิทยาศาสตร์

2.2 ควรมีการศึกษาผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์นำไปใช้กับหน่วยการเรียนรู้อื่น ๆ ทั้ง 8 กลุ่มสาระ

2.3 ควรมีการศึกษาผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์นำไปใช้กับช่วงชั้นที่ 1 (ประถมศึกษาปีที่ 1-3) ช่วงชั้นที่ 2 (ประถมศึกษาปีที่ 4-6)

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กลม เฟื่องฟุ้ง. (2534). การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโครงการวิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดกิจกรรมฝึกทำโครงการวิทยาศาสตร์กับที่เรียนโดยครูเป็นผู้สอนโครงการวิทยาศาสตร์. ปรินูญานิพนธ์ กศม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กรมสามัญศึกษา. ศึกษาพิเศษ. (2534). แนวการจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา.
- กัญญา ภาณุกิจ. (2538). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความสนใจในกิจกรรมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอนด้วยการทำโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กับการสอนตามคู่มือครู. ปรินูญานิพนธ์ กศม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จันทร์หา ศรีสุข. (2531). การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษาด้วยวิธีการสอนแบบสืบสวนและวิธีสอนแบบถ่ายทอดความรู้. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ชุดิมา วัฒนศิริ. (2539). กิจกรรมวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- ณรงค์ พ่วงศรี. (2525). การสร้างแบบทดสอบการคิดอย่างมีเหตุผล. วิทยานิพนธ์ ศศบ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- เดือนใจ ทองสำริด. (2531). การทดลองใช้วิธีการจัดกิจกรรมทางกายในการสร้างมโนทัศน์พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์สำหรับเด็กก่อนประถมศึกษา. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- ธีระชัย ปุณณโชติ. (2531). การสอนกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ : คู่มือสำหรับครู. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธีระชัย ปุณณโชติ. (2544). โครงการวิทยาศาสตร์ : การวิจัยเบื้องต้น. การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : แนวคิด วิธี และเทคนิคการสอน. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นันทิยา บุญเคลือบ. (2528, กรกฎาคม-กันยายน). โครงการวิทยาศาสตร์. ข่าวสาร สสวท. จ13 : 46-56.
- ประสาธ อิศรปริดา. (2538). สารัตถะจิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ : โครงการตำรามหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). *วิธีวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษา และจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พรวณี ชูชัย. (2522). *จิตวิทยาการเรียนการสอน*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : วารุณการพิมพ์
- พรวณี ช. เจนจิต. (2528). *จิตวิทยาการเรียนการสอน*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : อมรินทร์การพิมพ์.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). *แนวคิดและตัวบ่งชี้ของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญสู่แผนการสอน*. การเรียนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : แนวคิด วิธี และเทคนิคการสอน. คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2537). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- ลัดดา สายพานทอง. (2535). *การเปรียบเทียบสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู*. ปรินญาณินพนธ์ กศม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายศ. (2538) *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 4.
- วิชุดา งามอักษร. (2541). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอนแบบ เอส เอส ซี เอส กับการสอนตามคู่มือครู*. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตพิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วิชาการ, กรม, กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- สมบูรณ์ เกาะการดี. (2532). *การศึกษาการคิดอย่างมีเหตุผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้สไลด์ประกอบการอภิปรายปัญหากับการสอนตามคู่มือครู*. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมเจตน์ ไวยาการณ์. (2530). *รูปแบบการสอนเฝ้าแนวความสามารถด้านการใช้เหตุผล*. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ด. (การการวัดผลศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สนั่น แยมสุคนธ์. (2530). *ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษา นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดราชบุรี*. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. สถาบัน. (2531). *คู่มือการจัดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

- สุนทรี วัฒนพันธ์. (2535). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ประเภททดลองกับที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุภานนท์ เสถียรศรี. (2536). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์การคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมการคิดกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุพิน ดิษฐสกุล. (2543). การเรียนด้วยวิธีทำโครงงาน (Collaborative Project Based Learning). วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์. ปีที่ 15 , 3 (ก.ย. – ธ.ค.)
- สุรางค์ สากร. (2531). การศึกษาวิเคราะห์โครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา พ.ศ. 2529 – 2531. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศศิภักดิ์ มีเกาะ. (2535). การศึกษาผลสัมฤทธิ์การเรียนและการคิดอย่างมีเหตุผลในการเรียนวิชาสังคมศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนโดยใช้เทคนิคพยากรณ์. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- Bruner, J.S. (1965). *The Course of cognitive Growth*. America Psychologist. 19 : 1-75.
- Childress , Phillip Norvin. (1983). *The Effect of Science Project Production on Cognitive Level Transition in Adolescent*. Dissertation Abstracts International. 43(10) : 3280-A ; April.
- Eysenck, H.J. Arnol , W. and Neily R. (1972). *Encyclopedia of psychology*. New York. Horder Harder. (3) : 317.
- Fowler, Seymour H. (1964). *Secondary School Science Teaching Practices*. New York : The Center for Applied Research in Education, Inc.
- Guiford, J.P. (1967). *The nature of Human Intelligence*. New York : Mc Graw-Hill.
- Gupta, Sharwan. (1981). *Teaching Physical Science in Secondary Schools*. New Delhi : The Center for Applied Research in Education.
- Howick, Thomas Sanford. (1992, June). *Case Study of a Sixth – Grade Class Using Marine Science Project* : For SEA, Dissertation Abstracts International. 52: 4283.
- Krulik, Stephen and Ridnick, Jesse A. (1993). *Reasoning and Problem Solving A handbook for Elementary School Teachers*. Boston. Inc.
- Karplus, Robert. (1977). *Science Teaching and the Development of Reasoning*. Journal of Research in Science Teaching. 14 (2) : 169-175.

- Mason, Thomas H. (1991, April). *AN Investigation of the Relative Effectiveness of Teacher Initiated Versus Student-Initiated Junior High School Science Project*. Dissertation Abstracts International. 51 : 3376-A.
- Morano, David. (1995). *Experimental Science Project : an Intermediate Level Guide*. Available.
- Nelson, Miles A. (1970, November). *The effects of two post laboratory discussion strategies on urban and suburban six grade children Learning of selected cognitive skill and science principle*. Dissertation Abstracts International. 31(5) : 2262- A.
- Nickerson, Raymond S. (1984). *Kinds Thinking Taught in Current Programs, Education Leadership*. 42(1) : 26-36. September.
- O'Daffer, phares G. (1990, May) *Inductive and Deductive Reasoning, The Mathematics Teacher*. 93(6) : 379-380.
- Piaget, J. and Inhelder, B. (1969). *The Psychology of the Child Translated by Helen weaver*. New York : Basic Book, Inc : 58.
- Reed, J.H. (1999, May). *Effect of model for critical thinking on students achievement in primary source document analysis and interpretation, argumentative reasoning, critical thinking disposition and history source*, *Dissertational Abstracts international*. 59(11) : 4039-A
- Ray, Charles Lear. (1979, December). *A comparative laboratory study of the effect of lower level and higher level questions on students, abstract reasoning and critical thinking in two non-directive high school chemistry classroom*, *Dissertational Abstracts International*. 40(6) : 3220-A.
- Sund, Robert B. (1976). *Piaget For Education : A multimedia Program*. Ohio Charies E.Merrill Publishing Company , A Bell and Howell Company. 184 p.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. อาจารย์อุดมลักษณ์ นกพึงพุ่ม
หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนอัสสัมชัญธนบุรี กรุงเทพมหานคร
2. อาจารย์อรรุณญา ศรีแก้ว
ผู้ช่วยหัวหน้าแผนกฝ่ายวิชาการโรงเรียนราชินีบน กรุงเทพมหานคร
3. อาจารย์อาภากร สิงหาราช
อาจารย์ประจำสำนักวิจัยวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ภาคผนวก ข

1. ผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
2. ผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

ตาราง 5 ผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจ
จำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

ข้อที่	IOC	p	r	ข้อที่	IOC	p	r
1	1	.63	.40	21	1	.62	.50
2	1	.73	.32	22	1	.61	.28
3	1	.64	.54	23	1	.55	.31
4	1	.55	.23	24	1	.52	.23
5	1	.68	.41	25	1	.59	.38
6	1	.79	.57	26	1	.55	.23
7	1	.62	.24	27	1	.71	.43
8	1	.61	.28	28	1	.64	.28
9	1	.66	.52	29	1	.52	.29
10	1	.62	.50	30	1	.68	.41
11	1	.71	.56	31	1	.70	.46
12	1	.65	.36	32	1	.65	.36
13	.66	.55	.23	33	1	.58	.36
14	1	.68	.49	34	1	.55	.23
15	1	.55	.31	35	1	.62	.24
16	1	.59	.31	36	1	.69	.39
17	.66	.69	.39	37	1	.59	.31
18	1	.55	.37	38	1	.63	.40
19	1	.72	.53	39	1	.57	.35
20	1	.66	.52	40	1	.58	.36

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีค่าเท่ากับ 0.75

ตาราง 6 ผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจ
จำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

ข้อที่	IOC	p	r	ข้อที่	IOC	p	r
1	1	.65	.21	11	1	.57	.35
2	1	.71	.35	12	1	.57	.27
3	1	.61	.35	13	1	.73	.32
4	1	.68	.41	14	1	.63	.25
5	1	.67	.33	15	1	.68	.49
6	1	.64	.28	16	1	.55	.23
7	1	.54	.34	17	1	.78	.30
8	1	.55	.45	18	1	.74	.29
9	1	.72	.53	19	1	.63	.40
10	1	.55	.23	20	1	.71	.35

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลมีค่าเท่ากับ 0.54

ภาคผนวก ค

1. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียนและหลังเรียน ที่ได้รับการสอนด้วยโครงการวิทยาศาสตร์
2. คะแนนวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียนและหลังเรียน ที่ได้รับการสอนด้วยโครงการวิทยาศาสตร์

ตาราง 7 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียน
และหลังเรียน ที่ได้รับการสอนด้วยโครงการวิทยาศาสตร์ เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

คนที่	Pre-test (40 คะแนน)	Post-test (40 คะแนน)	ผลต่าง (D)	D ²
1	11	27	16	256
2	16	29	13	169
3	14	37	23	529
4	17	37	20	400
5	16	38	22	484
6	27	35	8	64
7	20	28	8	64
8	13	27	14	196
9	12	31	19	361
10	24	35	11	121
11	25	36	11	121
12	11	29	18	324
13	18	30	12	144
14	14	33	19	361
15	11	29	18	324
16	21	36	15	225
17	20	33	13	169
18	16	29	13	169
19	16	27	11	121
20	17	33	16	256
21	14	34	20	400
22	20	27	7	49
23	14	36	22	484
24	16	36	20	400
25	14	34	20	400
26	13	31	18	324
27	17	34	17	289
28	20	29	9	81
29	14	30	16	256
30	18	31	13	169

ตาราง 7 (ต่อ)]

คนที่	Pre-test (40 คะแนน)	Post-test (40 คะแนน)	ผลต่าง (D)	D ²
$\bar{X}$	16.63	32.03	-	-
$\sum D$	-	-	462	-
$\sum D^2$	-	-		7710

การคำนวณค่า t-test Dependent Sample

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

$$t = \frac{462}{\sqrt{\frac{30(7710) - (462)^2}{30 - 1}}}, df = N - 1$$

$$t = 18.62$$

ตาราง 8 คะแนนวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียนและหลังเรียน ที่ได้รับการสอนด้วยโครงการวิทยาศาสตร์ เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

คนที่	Pre-test (20 คะแนน)	Post-test (20 คะแนน)	ผลต่าง (D)	D ²
1	7	16	9	81
2	5	18	13	169
3	8	19	11	121
4	5	17	12	144
5	7	18	11	121
6	8	15	7	49
7	7	15	8	64
8	7	16	9	81
9	11	18	7	49
10	7	17	10	100
11	10	19	9	81
12	10	18	8	64
13	12	15	3	9
14	8	16	8	64
15	8	15	7	49
16	7	16	9	81
17	7	15	8	64
18	8	15	7	49
19	6	16	10	100
20	10	15	5	25
21	8	16	8	64
22	8	16	8	64
23	7	16	9	81
24	9	15	6	36
25	5	15	10	100
26	8	15	7	49
27	6	15	9	81
28	6	17	11	121
29	9	16	7	49
30	7	17	10	100

ตาราง 7 (ต่อ)]

คนที่	Pre-test (20 คะแนน)	Post-test (20 คะแนน)	ผลต่าง (D)	D ²
$\bar{X}$	7.7	16.23	-	-
$\sum D$	-	-	256	-
$\sum D^2$	-	-	-	2310

การคำนวณค่า t-test Dependent Sample

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

$$t = \frac{256}{\sqrt{\frac{30(2310) - (256)^2}{30 - 1}}}, df = N - 1$$

$$t = 22.47$$

ภาคผนวก ง

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
2. ใบความรู้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุ เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

เวลา 3 ชั่วโมง (180 นาที)

จุดประสงค์

1. นักเรียนสามารถระบุปัญหาเกี่ยวกับระบบนิเวศในท้องถิ่นได้
2. นักเรียนสามารถคาดคะเนคำตอบของปัญหาที่ศึกษาได้
3. นำความรู้ที่ได้จากการศึกษา เขียนเป็นโครงงานวิทยาศาสตร์เบื้องต้นได้

แนวความคิดหลัก

1. ระบบนิเวศในท้องถิ่น
 - ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อสิ่งแวดล้อม
 - องค์ประกอบในระบบนิเวศ

กระบวนการจัดการเรียนรู้

1. ชี้นำเสนอ

ครูแจกใบความรู้เรื่อง ระบบนิเวศในท้องถิ่น ให้นักเรียนศึกษาและเลือกประเภทของโครงงานวิทยาศาสตร์ที่สนใจ เหมาะสมกับเนื้อหาที่ศึกษาตามความรู้ความสามารถ ความต้องการ และวุฒิภาวะของนักเรียน

2. ชี้นำวางแผน

นักเรียนเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์เบื้องต้น เพื่อนำเสนอแนวทาง หรือขั้นตอนต่าง ๆ ที่จะแก้ปัญหาหรือสนองความสนใจของนักเรียน โครงงานวิทยาศาสตร์นั้นจะต้องเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน และครูคอยกระตุ้นให้นักเรียนมองเห็นแผนการที่จะทำได้ โดยอาจจะให้เอกสารหรือหนังสืออ่านประกอบต่าง ๆ

3. ชี้นำปฏิบัติ

นักเรียนเขียนขั้นตอนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์เบื้องต้น และครูคอยช่วยไขปัญหาที่นักเรียนไม่สามารถดำเนินการตามขั้นตอนได้

4. ชี้นำประเมินผล

ครูและนักเรียนร่วมกันประเมินผลงานของนักเรียนที่ได้ดำเนินการมา โดยการประเมินความสำเร็จในการเขียนโครงงานวิทยาศาสตร์ จากเรื่องที่นักเรียนศึกษา

การวัดประเมินผล

1. จากการตอบคำถาม
2. ตรวจใบงานที่ทำส่ง

สื่อ / อุปกรณ์

1. ใบความรู้
2. ห้องสมุดโรงเรียน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

เวลา 3 ชั่วโมง (180 นาที)

จุดประสงค์

1. นักเรียนสามารถระบุปัญหาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ภายในระบบนิเวศได้
2. นักเรียนสามารถคาดคะเนคำตอบของปัญหาที่ศึกษาได้
3. นำความรู้ที่ได้จากการศึกษา เขียนเป็นโครงงานวิทยาศาสตร์เบื้องต้นได้

แนวความคิดหลัก

1. ความสัมพันธ์ภายในระบบนิเวศ
 - ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต
 - ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต
 - บทบาทของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ
 - พืชและสัตว์ของอาหาร

กระบวนการจัดการเรียนรู้

1. ชี้นำเสนอ

ครูแจกใบความรู้เรื่อง ความสัมพันธ์ภายในระบบนิเวศ ให้นักเรียนศึกษาและเลือกประเภทของโครงงานวิทยาศาสตร์ที่สนใจ เหมาะสมกับเนื้อหาที่ศึกษาตามความรู้ความสามารถ ความต้องการและวุฒิภาวะของนักเรียน

2. ชี้นวางแผน

นักเรียนเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์เบื้องต้น เพื่อนำเสนอแนวทาง หรือขั้นตอนต่าง ๆ ที่จะแก้ปัญหาหรือสนองความสนใจของนักเรียน โครงงานวิทยาศาสตร์นั้นจะต้องเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน และครูคอยกระตุ้นให้นักเรียนมองเห็นแผนการที่จะทำได้ โดยอาจจะให้เอกสารหรือหนังสืออ่านประกอบต่าง ๆ

3. ชี้นปฏิบัติ

นักเรียนเขียนขั้นตอนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์เบื้องต้น และครูคอยช่วยไขปัญหาที่นักเรียนไม่สามารถดำเนินการตามขั้นตอนได้

4. ชี้นประเมินผล

ครูและนักเรียนร่วมกันประเมินผลงานของนักเรียนที่ได้ดำเนินการมา โดยการประเมินความสำเร็จในการเขียนโครงงานวิทยาศาสตร์ จากเรื่องที่นักเรียนศึกษา

การวัดประเมินผล

1. จากการตอบคำถาม
2. ตรวจใบงานที่ทำส่ง

สื่อ / อุปกรณ์

1. ใบความรู้
2. ห้องสมุดโรงเรียน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

เวลา 3 ชั่วโมง (180 นาที)

จุดประสงค์

1. นักเรียนสามารถระบุปัญหาเกี่ยวกับประชากรได้
2. นักเรียนสามารถคาดคะเนคำตอบของปัญหาที่ศึกษาได้
3. นำความรู้ที่ได้จากการศึกษา เขียนเป็นโครงงานวิทยาศาสตร์เบื้องต้นได้

แนวความคิดหลัก

ประชากร

กระบวนการจัดการเรียนรู้

1. ชี้นำเสนอ

ครูแจกใบความรู้เรื่อง ประชากร ให้นักเรียนศึกษาและเลือกประเภทของโครงงานวิทยาศาสตร์ที่สนใจ เหมาะสมกับเนื้อหาที่ศึกษาตามความรู้ความสามารถ ความต้องการและวุฒิภาวะของนักเรียน

2. ชี้นวางแผน

นักเรียนเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์เบื้องต้น เพื่อนำเสนอแนวทาง หรือ ขั้นตอนต่าง ๆ ที่จะแก้ปัญหาหรือสนองความสนใจของนักเรียน โครงงานวิทยาศาสตร์นั้นจะต้องเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน และครูคอยกระตุ้นให้นักเรียนมองเห็นแผนการที่จะทำได้ โดยอาจจะให้เอกสารหรือหนังสืออ่านประกอบต่าง ๆ

3. ชี้นปฏิบัติ

นักเรียนเขียนขั้นตอนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์เบื้องต้น และครูคอยช่วยไขปัญหาที่นักเรียนไม่สามารถดำเนินตามขั้นตอนได้

4. ชี้นประเมินผล

ครูและนักเรียนร่วมกันประเมินผลงานของนักเรียนที่ได้ดำเนินการมา โดยการประเมินความสำเร็จในการเขียนโครงงานวิทยาศาสตร์ จากเรื่องที่นักเรียนศึกษา

การวัดประเมินผล

1. จากการตอบคำถาม
2. ตรวจใบงานที่ทำส่ง

สื่อ / อุปกรณ์

1. ใบความรู้
2. ห้องสมุดโรงเรียน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

เวลา 3 ชั่วโมง (180 นาที)

จุดประสงค์

1. นักเรียนสามารถระบุปัญหาเกี่ยวกับทรัพยากรธรรมชาติได้
2. นักเรียนสามารถคาดคะเนคำตอบของปัญหาที่ศึกษาได้
3. นำความรู้ที่ได้จากการศึกษา เขียนเป็นโครงงานวิทยาศาสตร์เบื้องต้นได้

แนวความคิดหลัก

1. ทรัพยากรธรรมชาติ
 - ทรัพยากรดิน
 - น้ำ
 - ทรัพยากรแร่ธาตุ
 - ทรัพยากรป่าไม้
 - ทรัพยากรสัตว์ป่า
 - ทรัพยากรน้ำจืด
 - ทรัพยากรน้ำเค็ม
 - ทรัพยากรป่าชายเลน

กระบวนการจัดการเรียนรู้

1. ชี้นำเสนอ

ครูแจกใบความรู้เรื่อง ทรัพยากรธรรมชาติ ให้นักเรียนศึกษาและเลือกประเภทของโครงงานวิทยาศาสตร์ที่สนใจ เหมาะสมกับเนื้อหาที่ศึกษาตามความรู้ความสามารถ ความต้องการ และวุฒิภาวะของนักเรียน

2. ชี้นำวางแผน

นักเรียนเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์เบื้องต้น เพื่อนำเสนอแนวทาง หรือขั้นตอนต่าง ๆ ที่จะแก้ปัญหาหรือสนองความสนใจของนักเรียน โครงงานวิทยาศาสตร์นั้นจะต้องเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน และครูคอยกระตุ้นให้นักเรียนมองเห็นแผนการที่จะทำได้ โดยอาจจะให้เอกสารหรือหนังสืออ่านประกอบต่าง ๆ

3. ชี้นำปฏิบัติ

นักเรียนเขียนขั้นตอนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์เบื้องต้น และครูคอยช่วยไขปัญหาที่นักเรียนไม่สามารถดำเนินตามขั้นตอนได้

4. ชี้นำประเมินผล

ครูและนักเรียนร่วมกันประเมินผลงานของนักเรียนที่ได้ดำเนินการมา โดยการประเมินความสำเร็จในการเขียนโครงงานวิทยาศาสตร์ จากเรื่องที่นักเรียนศึกษา

การวัดประเมินผล

1. จากการตอบคำถาม
2. ตรวจใบงานที่ทำส่ง

สื่อ / อุปกรณ์

1. ใบความรู้
2. ห้องสมุดโรงเรียน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

เวลา 3 ชั่วโมง (180 นาที)

จุดประสงค์

1. นักเรียนสามารถระบุปัญหาเกี่ยวกับการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนได้
2. นักเรียนสามารถคาดคะเนคำตอบของปัญหาที่ศึกษาได้
3. นำความรู้ที่ได้จากการศึกษา เขียนเป็นโครงงานวิทยาศาสตร์เบื้องต้นได้

แนวความคิดหลัก

การดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

กระบวนการจัดการเรียนรู้

1. ชี้นำเสนอ

ครูแจกใบความรู้เรื่อง การดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน ให้นักเรียนศึกษาและเลือกประเภทของโครงงานวิทยาศาสตร์ที่สนใจ เหมาะสมกับเนื้อหาที่ศึกษาตามความรู้ความสามารถ ความต้องการและวุฒิภาวะของนักเรียน

2. ชี้นำวางแผน

นักเรียนเขียนเค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์เบื้องต้น เพื่อนำเสนอแนวทาง หรือ ขั้นตอนต่าง ๆ ที่จะแก้ปัญหาหรือสนองความสนใจของนักเรียน โครงงานวิทยาศาสตร์นั้นจะต้องเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน และครูคอยกระตุ้นให้นักเรียนมองเห็นแผนการที่จะทำได้ โดยอาจจะให้เอกสารหรือหนังสืออ่านประกอบต่าง ๆ

3. ชี้นำปฏิบัติ

นักเรียนเขียนขั้นตอนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์เบื้องต้น และครูคอยช่วยไขปัญหาที่นักเรียนไม่สามารถดำเนินตามขั้นตอนได้

4. ชี้นำประเมินผล

ครูและนักเรียนร่วมกันประเมินผลงานของนักเรียนที่ได้ดำเนินการมา โดยการประเมินความสำเร็จในการเขียนโครงงานวิทยาศาสตร์ จากเรื่องที่นักเรียนศึกษา

การวัดประเมินผล

1. จากการตอบคำถาม
2. ตรวจใบงานที่ทำส่ง

สื่อ / อุปกรณ์

1. ใบความรู้
2. ห้องสมุดโรงเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
2. ลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบปรนัย จำนวน 40 ข้อ เวลาทำ 60 นาที
3. การตอบให้ตอบข้อที่ถูกที่สุด เพียงคำตอบเดียว จากข้อ ก ข ค ง และ จ

โดยขีดเครื่องหมาย X ลงในช่อง ให้ตรงกับข้อที่เลือกในกระดาษคำตอบ

ตัวอย่าง สิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด คือข้อใด

- ก. ดิน
- ข. อากาศ
- ค. แสงสว่าง
- ง. น้ำหรือความชื้น
- จ. สรุบไม่ได้

เฉลย

คำตอบที่ถูกที่สุดคือ ง

ก	ข	ค	ง	จ
			X	

ถ้านักเรียนต้องเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้ทำเครื่องหมาย = ทับรอยเดิม จึงขีดคำตอบใหม่

ดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
		X	X	

4. อย่าขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ในแบบทดสอบ

1. ข้อใดคือระบบนิเวศ (ความเข้าใจ)

- ก. กลุ่มผู้ผลิตกับแหล่งที่อยู่
- ข. ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต
- ค. กลุ่มผู้บริโภคกับแหล่งที่อยู่
- ง. กลุ่มสิ่งมีชีวิตกับแหล่งที่อยู่
- จ. สภาพสิ่งแวดล้อมของพืชและสัตว์

2. องค์ประกอบของระบบนิเวศสมบูรณ์ คือ (ความรู้ความจำ)

- ก. กลุ่มสิ่งมีชีวิต ที่อยู่อาศัย
- ข. ผู้ผลิต ผู้บริโภค ที่อยู่อาศัย
- ค. ผู้ผลิต ผู้บริโภค ห่วงโซ่อาหาร
- ง. ผู้ผลิต ผู้บริโภค ผู้ย่อยอินทรีย์สาร
- จ. ผู้ผลิต ผู้บริโภค วัฏจักรสิ่งมีชีวิต

3. ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตด้วยกันเอง และระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม เรียกว่า (ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์)

- ก. นิเวศวิทยา
- ข. ระบบนิเวศ
- ค. แหล่งที่อยู่
- ง. กลุ่มสิ่งมีชีวิต
- จ. วัฏจักรสิ่งมีชีวิต

4. กลุ่มสิ่งมีชีวิต หมายถึงข้อใด (ความเข้าใจ)

- ก. ต้นมะพร้าวในสวนหลายร้อยต้น
- ข. ประชากรลิงที่อาศัยอยู่ในป่าชายเลน
- ค. ไม้ท่อนหนึ่งมีปลวกอาศัยอยู่จำนวนมาก
- ง. กบและลูกอ๊อดจำนวนมากอาศัยอยู่ในบ่อ
- จ. ต้นมะพร้าวมีสิ่งมีชีวิตอยู่หลายชนิด เช่น งู หมู นก แมลง

5. ประชากรหมายถึง (ความเข้าใจ)

- ก. ประชากรป่าไม้และผีเสื้อ
- ข. ประชากรโต๊ะเรียนในห้องเรียน
- ค. ประชากรนกและแมลงบนต้นไม้
- ง. ประชากรสุนัขในสวนสัตว์เฉพาะ
- จ. ประชากรสัตว์เลี้ยงนาๆ ชนิดในคอกสัตว์

6. ผู้ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนสารอินทรีย์ไปเป็นสารอนินทรีย์ คือผู้ใด (ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์)

- ก. ผู้ผลิต
- ข. ผู้บริโภคพืช
- ค. ผู้บริโภคสัตว์
- ง. ผู้ย่อยสลายอินทรีย์สาร
- จ. ผู้บริโภคพืชและสัตว์

7. ข้อใดแสดงฐานะของผู้บริโภคลำดับหนึ่งได้ชัดเจนที่สุด (ความรู้-ความจำ)

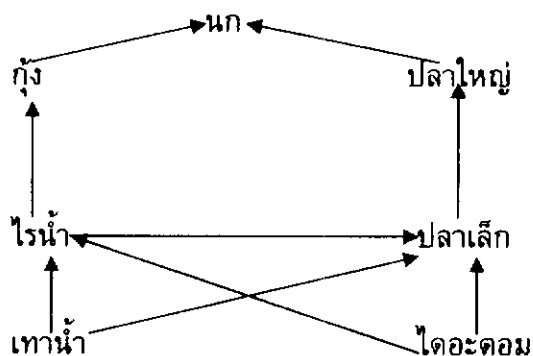
- ก. งูกับไก่
- ข. วัวกินหญ้า
- ค. เสือกินวัว
- ง. เหี้ยกินหนู
- จ. ปลวกกินไม้

8. ต้นหม้อข้าวหม้อแกงลิงจับแมลงกินเป็นอาหาร จึงจัดเป็น (ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์)

- ก. ผู้ผลิต
- ข. ผู้บริโภคพืช
- ค. ผู้บริโภคสัตว์
- ง. ผู้บริโภคทั้งพืชและสัตว์
- จ. ผู้ย่อยสลายอินทรีย์สาร

9. แผนภาพนี้แสดงถึงอะไร

(ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์)



- ก. ประชากร
- ข. ระบบนิเวศ
- ค. สายใยอาหาร
- ง. ห่วงโซ่อาหาร
- จ. วัฏจักรอาหาร

10. การจำลองในสัตว์เป็นการปฏิบัติเพื่อ
ก่อให้เกิดสิ่งต่อไปนี้ (ทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์)

- ก. เพื่อให้ช่วงชีวิตยาวนานขึ้น
- ข. ชลอการเพิ่มจำนวนประชากร
- ค. เพื่อรักษาชีวิตให้อยู่ออกจากศัตรู
- ง. เพื่อปรับและรักษาสภาวะสมดุลของ
ระบบในร่างกาย
- จ. เพื่อหลบหลีกสภาวะการขาดอาหาร
และสภาพภูมิอากาศที่ไม่เหมาะสม

11. ความสมดุลของประชากรในธรรมชาติถูก
ควบคุมโดยสภาวะใดมากที่สุด

(ความรู้-ความจำ)

- ก. ภาวะปรสิต
- ข. ภาวะล่าเหยื่อ
- ค. ภาวะเกื้อกูล
- ง. ภาวะที่ต้องพึ่งพา
- จ. ภาวะได้ประโยชน์ร่วมกัน

12. ข้อใดอธิบายการถ่ายทอดพลังงานใน
สิ่งมีชีวิตอย่างถูกต้อง (ความเข้าใจ)

- ก. พลังงานแสง พลังงานเคมี
ความร้อน
- ข. พลังงานแสง ความร้อน
พลังงานเคมี
- ค. พลังงานเคมี ความร้อน
พลังงานแสง
- ง. ความร้อน พลังงานแสง
พลังงานเคมี
- จ. ความร้อน พลังงานเคมี
พลังงานแสง

13. ในระบบนิเวศใดๆ ก็ตามหากมีปริมาณ
ของผู้ผลิตมากจะมีผลดังนี้
(ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์)

- ก. ออกซิเจนเพิ่มขึ้น
- ข. สารอินทรีย์ลดลง
- ค. สารอินทรีย์ไม่เพิ่มขึ้น
- ง. คาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น
- จ. คาร์บอนมอนอกไซด์เพิ่มมากขึ้น

14. ถ้าวิเคราะห์ระบบนิเวศจะพบอะไร
(ความรู้-ความจำ)

- ก. วิถีของชีวิต
- ข. ชนิดของชีวิต
- ค. ขนาดของชีวิต
- ง. จำนวนของชีวิต
- จ. การเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต

15. สัตว์ทะเลทรายออกหากินเวลากลางคืน
น่าจะเป็นปัจจัยทางกายภาพใด
(ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์)

- ก. ความมืด
- ข. อุณหภูมิ
- ค. แสงสว่าง
- ง. เสียงภัยเล็กน้อย
- จ. พลังตัวได้ตีปลดภัย

16. แผนผังในข้อใดที่แสดงห่วงโซ่อาหารได้
ถูกต้อง (การนำไปใช้)

- ก. แมว หนู พืช
- ข. ตั๊กแตน กบ งู
- ค. นก ผักกาด หนู
- ง. พืช แมลง นกกระจอก
- จ. นกกระจอก งู เหยี่ยว

ข้อมูลต่อไปนี้ใช้ตอบคำถาม ข้อ 23

อาหาร + แก๊ส A $\longrightarrow$ แก๊ส B + น้ำ +
พลังงาน

17. แก๊ส A คืออะไร

(ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์)

- ก. ไฮโดรเจน
- ข. ไนโตรเจน
- ค. ออกซิเจน
- ง. ฟอสฟอรัส
- จ. คาร์บอนไดออกไซด์

18. พืชช่วยรักษาสสมดุลของอากาศโดยวิธีใด
(การนำไปใช้)

- ก. การหายใจ
- ข. การคายน้ำ
- ค. ดูดพลังงานแสง
- ง. สร้างโลกให้เป็นสีเขียว
- จ. ควบคุมอุณหภูมิของอากาศ

19. สิ่งใดที่สามารถควบคุมและเปลี่ยนแปลง
สิ่งแวดล้อมมากที่สุด (การนำไปใช้)

- ก. พืช
- ข. สัตว์
- ค. มนุษย์
- ง. สิ่งแวดล้อม
- จ. ภัยธรรมชาติ

20. พืชอะไรที่กินสัตว์โดยตรง (ความรู้-
ความจำ)

- ก. ต้นกาบหอยแครง
- ข. ไลเคนบนเปลือกไม้
- ค. โพรโทซัวในปลวก
- ง. ราที่ขึ้นบนหนังสัตว์
- จ. แบคทีเรียที่เป็นเชื้อโรค

21. ในระบบนิเวศข้อใดเป็นปัจจัยทาง
กายภาพ (ความรู้-ความจำ)

- ก. รา
- ข. น้ำ
- ค. ไลเคน
- ง. สาหร่าย
- จ. แบคทีเรีย

22. ข้อใดไม่ใช่ปัจจัยทางชีวภาพต่อการ
ดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต (ความรู้-ความจำ)

- ก. แมวกินปลาที่เป็นอาหาร
- ข. สุนัขเป็นโรคพิษสุนัขบ้า
- ค. สุนัขหนีร้อนไปอยู่ริมแม่น้ำ
- ง. คนย้ายบ้านไปอยู่ในป่าเพราะขาด
อาหาร
- จ. สรุบไม่ได้

23. ราวตามผิวหนังสือเป็นการอยู่ร่วมกันแบบใด (ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์)

- ก. ภาวะการล่าเหยื่อ
- ข. ภาวะแห่งการเกื้อกูล
- ค. ภาวะการได้ประโยชน์ร่วมกัน
- ง. ภาวะที่ต้องพึ่งพาซึ่งกันและกัน
- จ. ภาวะของการสร้างสารปฏิชีวนะ

24. ขยะมูลฝอยจะล้นโลก ถ้าโลกขาดสิ่งใดต่อไปนี้ (การนำไปใช้)

- ก. ผู้ล่า
- ข. ผู้ผลิต
- ค. ผู้บริโภค
- ง. ผู้ย่อยอินทรีย์สาร
- จ. ผู้ย่อยสลายอินทรีย์สาร

25. ความหมายของปรสิตรัสไมจริงใจ (ความเข้าใจ)

- ก. ติดอยู่กับผู้ถูกอาศัย
- ข. เป็นได้เฉพาะสัตว์เท่านั้น
- ค. เป็นอันตรายต่อผู้ถูกอาศัย
- ง. อาจเป็นสัตว์หรือพืชก็ได้
- จ. ต่างฝ่ายต่างได้ประโยชน์ร่วมกัน

26. ปรากฏการณ์เรือนกระจกเกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมใดมากที่สุด (การนำไปใช้)

- ก. น้ำ
- ข. อุณหภูมิ
- ค. ความชื้น
- ง. ความมืด
- จ. แสงสว่าง

27. สิ่งมีชีวิตหากินโดยแฝงกายอยู่กับสิ่งมีชีวิตอื่น เรียกว่า (ความรู้-ความจำ)

- ก. ผู้ล่า
- ข. เหยื่อ
- ค. ปรสิต
- ง. ผู้ถูกล่า
- จ. จุลินทรีย์

28. ข้อใดแสดงตัวอย่างของผู้บริโภคลำดับแรกอย่างชัดเจนที่สุด (การนำไปใช้)

- ก. นักกินปลา
- ข. กบกินแมลง
- ค. เหยี่ยวกินหนู
- ง. กระต่ายกินผัก
- จ. เห็ดบนขอนไม้

29. ความสัมพันธ์ในข้อใดที่ฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์แต่อีกฝ่ายไม่ได้หรือไม่เสียประโยชน์ (ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์)

- ก. งูกับกบ
- ข. มดกับพืช
- ค. ดอกไม้กับผึ้ง
- ง. กาฝากบนต้นไทร
- จ. พืชต่างกับต้นไม้ใหญ่

30. จากข้อมูลแสดงการงอกและการเจริญเติบโตของเมล็ดผักกาดในสภาวะต่างๆ เป็นดังนี้

กระป๋อง ใบที่	จำนวน เมล็ดที่ เพาะ	ปัจจัย	จำนวน เมล็ดที่ งอก
1	50	น้ำ แสง	46
2	50	น้ำ ไม่มีแสง	34
3	50	ไม่มีน้ำ แสง	26
4	150	น้ำ แสง	90

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการงอกของเมล็ดผักกาดมากที่สุด

(ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์)

- ก. น้ำ
- ข. แสง
- ค. ขนาดกระป๋อง
- ง. จำนวนเมล็ด
- จ. น้ำและขนาดของเมล็ด

31. ข้อใดทำให้สมดุลธรรมชาติเสียมากที่สุด (การนำไปใช้)

- ก. เกิดอุทกภัย
- ข. ป่าถูกทำลาย
- ค. ปะการังถูกทำลาย
- ง. แมลงถูกทำลาย
- จ. สัตว์ป่าถูกทำลาย

32. สิ่งมีชีวิตในข้อใดที่ไม่ต้องการแสง (ความรู้-ความจำ)

- ก. รา
- ข. สาหร่าย
- ค. กัลปังหา
- ง. ตะไคร่น้ำ
- จ. วานกาบหอย

33. ปัจจัยสำคัญที่ทำให้สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศเกี่ยวข้องกัน คือ (ความรู้-ความจำ)

- ก. อาหาร
- ข. พลังงาน
- ค. ระบบนิเวศ
- ง. ที่อยู่อาศัย
- จ. การสืบพันธุ์

34. สัตว์ข้อใดที่สูญพันธุ์ไปจากประเทศไทยแล้ว (ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์)

- ก. แรด สมัน
- ข. โคไพร สมัน
- ค. กระซู่ กระทิง
- ง. เนื้อทราย กระทิง
- จ. เลียงผา กวางผา

35. การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ มีความหมายตรงกับข้อใด (ความเข้าใจ)

- ก. การไม่นำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้
- ข. การใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างประหยัด
- ค. การใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์
- ง. หาทรัพยากรแหล่งใหม่มาทดแทนแหล่งเดิม
- จ. การนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดโดยไม่สมดุลกับพื้นสภาพ

36. ข้อใดจัดว่าเป็นการอนุรักษ์

ทรัพยากรธรรมชาติที่ดีที่สุด (ความเข้าใจ)

- ก. การนำเศษกระดาษมาพับถุงใส่ของ
- ข. การนำเศษกระดาษที่ไม่ใช้แล้วไปขาย
- ค. การนำเศษกระดาษเผาไฟเพื่อทำเป็นปุ๋ย
- ง. การนำเศษกระดาษมาพับนกเพื่อสันติภาพ
- จ. การนำเศษกระดาษมาทำเป็นกระดาษแผ่นใหม่

37. ทรัพยากรในข้อใดใช้แล้วไม่หมดสิ้น

(ความรู้-ความจำ)

- ก. ถ่านหิน ป่าไม้
- ข. น้ำ อลูมิเนียม
- ค. แสงอาทิตย์ ดิน
- ง. น้ำมันเตา เหล็ก
- จ. อากาศ น้ำมันปิโตรเลียม

38. ต่อไปนี้ข้อใด เรียกว่าสิ่งแวดล้อมทาง

ชีวภาพ (ความรู้-ความจำ)

- ก. ดิน น้ำ พืช
- ข. แสง เสียง มนุษย์
- ค. พืช สัตว์ มนุษย์
- ง. สัตว์ แร่ธาตุ อากาศ
- จ. อากาศ น้ำ สิ่งมีชีวิต

39. สมดุลธรรมชาติ หมายถึงข้อใด

(ความเข้าใจ)

- ก. ภาวะสมดุลของพืชและสัตว์
- ข. ภาวะสมดุลของมนุษย์และสัตว์
- ค. สมดุลที่เกิดจากการส่งเสริมเศรษฐกิจ
- ง. ภาวะสมดุลที่เกิดวิกฤตการณ์ธรรมชาติ
- จ. ภาวะการณ์สัดส่วนพอเหมาะระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

40. การพัฒนาและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมต้อง

คำนึงถึงปัจจัยในข้อใดมากที่สุด

(ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์)

- ก. เงินทุน
- ข. บุคลากร
- ค. ผลประโยชน์ที่ได้รับ
- ง. ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
- จ. เงินทุนและผลประโยชน์ที่จะได้รับ

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
2. ลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบปรนัย จำนวน 20 ข้อ เวลาทำ 40 นาที
3. การตอบให้ตอบข้อที่ถูกที่สุด เพียงคำตอบเดียว จากข้อ ก ข ค ง และ จ

โดยขีดเครื่องหมาย X ลงในช่อง ให้ตรงกับข้อที่เลือกในกระดาษคำตอบ

ตัวอย่าง “การนำเทคโนโลยีบางชนิดมาใช้ในการทำลายสิ่งแวดล้อม ทำให้สภาพแวดล้อมเสื่อมโทรมและเกิดเป็นอันตรายต่อมนุษย์”

การกระทำที่ใช้เทคโนโลยีทำลายสิ่งแวดล้อมได้ชัดเจนที่สุด

- ก. กิ่ง จับปลาโดยใช้คันเบ็ดไฟฟ้า
- ข. น้อย ใส่สารกันบูดในการทำขนมขาย
- ค. ด้อย ทดลองปลูกต้นไม้โดยใช้ปุ๋ยเคมี
- ง. นาง ใช้เลื่อยไฟฟ้าตัดไม้เพื่อปลูกสร้างบ้าน
- จ. จี๊ว ไม่เคยนำรถยนต์ไปตรวจสภาพตามระยะเวลา

เฉลย

คำตอบที่ถูกที่สุดคือ ง

ก	ข	ค	ง	จ
			X	

ถ้านักเรียนต้องเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้ทำเครื่องหมาย = ทับรอยเดิม จึงขีดคำตอบใหม่
ดังนี้

ก	ข	ค	ง	จ
		X	X	

4. อย่าขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ในแบบทดสอบ

“การไปเที่ยวทะเลเพื่อชมปะการังที่สวยงามแล้ว ไม่ควรที่จะไปเก็บหรือหักเอามา เพราะปะการังเป็นสิ่งมีชีวิตตามธรรมชาติที่ต้องใช้เวลาเนิ่นนาน ๑ ปีกว่าจะเติบโตสวยงามเต็มที่ นอกจากนี้แนวปะการังเป็นแหล่งอาหารของปลาอีกด้วย

ผล : การท่องเที่ยวทางทะเลทำให้ปะการังถูกทำลายมากยิ่งขึ้น

1. กรณีใดช่วยแก้ปัญหาปะการังถูกทำลายได้ดีที่สุด

- ก. ห้ามมีการซื้อขายปะการัง
- ข. จัดจัดเที่ยวทางทะเลชั่วคราว
- ค. เปลี่ยนสถานที่ชมปะการังใหม่
- ง. จัดกิจกรรมดำน้ำดูปะการังน้อยลง
- จ. กำหนดแนวเขตชมปะการังอย่างชัดเจน

2. การกระทำใดส่งผลให้ปะการังถูกทำลายมากที่สุด

- ก. การทอดสมอของเรือท่องเที่ยว
- ข. นักท่องเที่ยวชอบเก็บปะการังกลับบ้าน
- ค. เก็บค่าบริการอุปกรณ์ดูปะการังราคาสูง ๆ
- ง. มีจำนวนนักท่องเที่ยวทางทะเลเพิ่มมากขึ้น
- จ. เปิดสอนการดำน้ำดูปะการังที่บริเวณชายหาด

การตั้งศูนย์เพาะเลี้ยงสัตว์ป่าและขยายพันธุ์สัตว์ป่า การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติที่ดีวิธีหนึ่ง

3. ผลดีจากสถานการณ์นี้คืออะไร

- ก. สัตว์ป่าไม่สูญพันธุ์
- ข. สัตว์ป่ามีที่อยู่อาศัย
- ค. สัตว์ป่าถูกฆ่าน้อยลง
- ง. สัตว์ป่าได้รับการคุ้มครอง
- จ. สัตว์ป่าถูกนำมาเลี้ยงมากขึ้น

การรักษาและปลูกป่า ช่วยให้ดินดี อากาศบริสุทธิ์ เกิดแหล่งน้ำอุดมสมบูรณ์

4. จากข้อความนี้กรณีใดให้เหตุผลดีที่สุดของการปลูกป่า

- ก. ช่วยรักษาพันธุ์ไม้
- ข. ช่วยสร้างความชุ่มชื้น
- ค. ช่วยป้องกันความแห้งแล้ง
- ง. ช่วยทำให้ฝนตกตามฤดูกาล
- จ. ช่วยรักษาทรัพยากรธรรมชาติอื่น ๆ

สารสกัดจากเมล็ดสะเดา ตะไคร้หอม ยาสูบ ใบและเมล็ดน้อยหน่า นำมาฉีดพ่นเพื่อป้องกันกำจัดศัตรูพืชได้ไม่มีอันตราย ซึ่งสารสกัดจากสมุนไพรและพืชพื้นเมืองนี้นำมาใช้แทนสารเคมี กำลังเป็นที่นิยมในหมู่เกษตรกร

ผล : สารสกัดจากสมุนไพร สามารถแก้ปัญหาแมลงศัตรูพืชได้

5. กรณีใดเป็นผลที่เกิดประโยชน์จากการใช้สารสกัดสมุนไพรได้ดีที่สุด

- ก. กำจัดศัตรูพืช
- ข. ใช้แทนสารเคมี
- ค. เพิ่มจำนวนผลผลิต
- ง. เพิ่มคุณภาพผลผลิต
- จ. ไม่มีผลตกค้างที่เป็นอันตราย

6. เพราะเหตุใดเกษตรกรควรเลือกใช้สารสกัดสมุนไพรที่มีในท้องถิ่น

- ก. หาง่าย
- ข. ราคาถูก
- ค. ประหยัด
- ง. เป็นที่นิยม
- จ. ไม่เป็นอันตราย

น้อย : โรงเรียนของเราใกล้คลอง น้ำที่ใช้ในห้องน้ำไม่ใช่น้ำประปา
 หน้อย : คงใช่ ฉันเห็นน้ำในห้องน้ำไม่ใช่เหมือนน้ำประปา

7. จากบทสนทนานี้บอกการใช้้ำของโรงเรียนว่าอย่างไร

- ก. โรงเรียนอยู่ใกล้คลอง
- ข. น้ำที่ใช้ในโรงเรียนมาจากคลอง
- ค. น้ำในห้องน้ำขุ่นเหมือนน้ำคลอง
- ง. น้ำจากคลองไม่ใช่เหมือนน้ำประปา
- จ. น้ำในคลองไม่ได้กรองเหมือนน้ำประปา

การตัดไม้ทำลายป่า ทำให้พื้นที่กลายเป็นทะเลทรายมากขึ้น

8. การตัดไม้ทำลายป่าเกิดผลเสียหายต่อสิ่งแวดล้อมใด

- ก. ดินเสื่อมคุณภาพ
- ข. ปริมาณน้ำในอากาศมีน้อย
- ค. หน้าดินถูกชะล้างพังทลาย
- ง. ขาดแหล่งกำเนิดต้นน้ำลำธาร
- จ. แหล่งผลิตออกซิเจนทางธรรมชาติลดลง

มนุษย์คำนึงถึงแต่ความสุขสบายของตนเอง ดิตแอร์เย็นฉ่ำ ฉีดสเปรย์ทำให้ผมอยู่ทรง ฉีด
 น้ำยาลงผ้าเพื่อให้ผ้าแข็งตัว ใช้กล่องโฟมใส่อาหาร สิ่งเหล่านี้มนุษย์นำมาใช้เพื่อเพิ่มความสะดวก
 ผล : หากเราไม่ระวังประกอบของโฟม น้ำยาสเปรย์มีสาร CFC (สารคลอโรฟลูออไร
 คาร์บอน) ส่วนประกอบของสาร CFC ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ไปทำลายชั้น
 บรรยากาศของโลกทำให้พื้นโลกร้อน

9. จากสถานการณ์นี้การเกิดสาเหตุของโลกร้อนมาจากอะไร

- ก. การใช้เครื่องปรับอากาศ
- ข. การใช้กล่องโฟมใส่อาหาร
- ค. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
- ง. สารคลอโรฟลูออไรคาร์บอนในน้ำยาฉีดผม
- จ. ความเข้มของแสงอาทิตย์ในชั้นบรรยากาศโลก

10. ถ้าต้องใช้สิ่งที่มีสาร CFC ควรตระหนักถึงข้อใดเป็นสำคัญ

- ก. ความประมาท
- ข. ความเหมาะสม
- ค. ความปลอดภัย
- ง. ความสะดวกสบาย
- จ. ความรู้เท่าไม่ถึงการณ์

ป่า เป็นเหมือนห้างสรรพสินค้าของชาวบ้าน

11. ข้อความใดสนับสนุนเหตุผลตามสถานการณ์ได้ถูกต้อง

- ก. ป่าเป็นที่ผ่อนคลาย ได้ออกกำลังกายและพบปะชุมชนกัน
- ข. มีผู้นำสินค้าต่าง ๆ จากป่ามาขายจนเหมือนห้างสรรพสินค้า
- ค. พื้นที่โดยรอบป่ากว้างขวางเย็นสบายเหมือนมีเครื่องปรับอากาศ
- ง. ป่าเป็นแหล่งที่ชาวบ้านสามารถแสวงหาสิ่งต่าง ๆ ได้เช่นเดียวกับห้างสรรพสินค้า
- จ. ป่าเป็นแหล่งพืชพรรณสัตว์ป่านานาชนิดให้ความเพลิดเพลินเหมือนเดินชมสินค้าอยู่ในห้างสรรพสินค้า

การเพิ่มจำนวนประชากรส่งผลทำให้ระบบนิเวศ

12. กรณีใดสนับสนุนคำกล่าวข้างต้นที่ทำให้ระบบนิเวศขาดความสมดุล

- ก. ประชากรใช้ทรัพยากรไม่ถูกวิธี
- ข. ประชากรมากขึ้นทรัพยากรมีจำกัด
- ค. ประชากรไม่เข้าใจเรื่องสภาพแวดล้อม
- ง. ประชากรเป็นผู้ทำลายทรัพยากรธรรมชาติ
- จ. ประชากรขาดความสนใจเรื่องทรัพยากรธรรมชาติ

กรุงเทพมหานครร่วมกับสำนักคณะกรรมการอาหารและยา รณรงค์จากการตรวจผักสด 47 ตัวอย่าง ที่จำหน่ายตามท้องตลาด พบสารพิษใน 3 ตัวอย่าง ผักที่มีสารพิษ ได้แก่ กะหล่ำเขียว 25% กะหล่ำขาว 26% และผักกาดขาว 95% ซึ่งปริมาณที่พบหากเกิน 75% ถือว่าเป็นอันตรายต่อร่างกาย

ผล : รถบรรทุกพืชผักที่ส่งมาขาย หากตรวจพบว่ามีสารพิษให้นำกลับไปทำลาย

13. ข้อความดังกล่าวอธิบายผลของการบริโภคผักอย่างไร

- ก. เลือกชนิดผักในการรับประทาน
- ข. หลีกเลี่ยงการรับประทานผักสด
- ค. หั่นไปรับประทานพืชผักที่แปรรูป
- ง. ล้างพืชทุกครั้งในการปรุงอาหารผัก
- จ. ซื้อผักจากต่างประเทศเข้ามาจำหน่าย

14. จากกรณี ควรเน้นความสำคัญในเรื่องใด

- ก. เกษตรกรใช้สารเคมีในการปลูกพืชสำคัญ
- ข. ผู้บริโภคควรรับประทานผักที่ตรวจพบสารพิษ
- ค. ทางกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศในกรุงเทพมหานคร
- ง. สารพิษบางชนิดตกค้างในผักสดมากจนเป็นอันตรายต่อร่างกาย
- จ. พ่อค้าลักลอบนำผักที่มีสารพิษเข้ามาจำหน่ายในกรุงเทพมหานคร

การปลูกพืชสวนครัวรั้วกินได้ เป็นเรื่องที่น่าสนใจเนื่องจากปลอดภัยและประหยัดรายจ่าย สร้างคุณภาพชีวิตที่ดี และสร้างผลดีต่อสิ่งแวดล้อม

15. การอ้างเหตุผลที่ดีของการปลูกพืชสวนครัวรั้วกินได้ต่อสภาพแวดล้อม คืออะไร

- ก. เพื่อกำจัดแมลง
- ข. ช่วยขยายพันธุ์พืช
- ค. ช่วยเพิ่มพื้นที่สีเขียว
- ง. ช่วยสร้างความสวยงาม
- จ. ช่วยเพิ่มอากาศบริสุทธิ์

การใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างฉลาด ทำให้มีทรัพยากรธรรมชาติใช้ได้ยาวนาน

16. จากข้อความนี้ กรณีใดเป็นการใช้ทรัพยากรธรรมชาติใช้ได้ยาวนาน

- ก. ใช้อย่างคุ้มค่า
- ข. ใช้แล้วไม่มีผลเสีย
- ค. ใช้วัสดุอื่น ๆ มาทดแทน
- ง. ใช้โดยประหยัดพลังงาน
- จ. หลีกเลี่ยงการใช้ทรัพยากร

ระลึกถึงปรัชญาการท่องเที่ยวทุกครั้งว่า ไม่ควรเอาอะไรไปนอกจากภาพถ่ายไม่เก็บอะไรไป นอกจากความทรงจำ และไม่ทิ้งอะไรไว้ นอกจากรอยเท้า ทำได้แบบนี้แหล่งท่องเที่ยวต่าง ๆ ก็คงมีสภาพแวดล้อมที่ดีต่อไปอีกนาน

17. พฤติกรรมใดของนักท่องเที่ยวที่สนับสนุนช่วยรักษาสิ่งแวดล้อม

- ก. ดื่ม วาดภาพจากการไปท่องเที่ยว
- ข. ป้อง จดบันทึกชื่อสถานที่ท่องเที่ยว
- ค. น้อย วางแผนเลือกสถานที่ที่จะไปเที่ยว
- ง. กาน เขียนแผนที่เส้นทางให้กับเพื่อนที่จะไปเที่ยว
- จ. จอม ดับกองไฟหลังจากเลิกทำกิจกรรมรอบกองไฟ

การปลูกต้นไม้ช่วยให้อากาศดี นารีชอบปลูกต้นไม้มากกว่าใครในห้องนี้

18. กรณีใดสรุปพฤติกรรมของนารีต่อสภาพแวดล้อมได้ดีที่สุด

- ก. นารีเป็นคนรักต้นไม้
- ข. นารีต้องการให้มีสิ่งแวดล้อมที่ดี
- ค. นักเรียนห้องนี้ปลูกต้นไม้น้อยกว่านารี
- ง. นารีชอบการปลูกต้นไม้มากกว่าทำอย่างอื่น
- จ. การปลูกต้นไม้ช่วยให้อากาศดีนารีชอบกิจกรรมนี้

ทุกปีที่ผ่านมา ถ้าฝนตกมากจะได้ผลผลิตจากข้าวและจากมันสำปะหลังมาก ซึ่งปีนี้มีผลผลิตน้อย ทั้งข้าวและมันสำปะหลัง

19. จากกรณีดังกล่าว ข้อสรุปใดน่าจะเป็นจริงที่สุด

- ก. ปลูกน้อยลง
- ข. เกิดน้ำท่วม
- ค. มีฝนตกน้อย
- ง. มีฝนตกมาก
- จ. ปีนี้ฝนไม่ตกเลย

ป่าพรุป่านี้มีน้ำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ เมื่อเกิดภัยแล้งทำให้ไฟป่าลุกลามได้ง่ายและไม่สามารถควบคุมได้

20. ป่าพรุ มีลักษณะใดเด่นชัดจนที่สุด
- ก. ป่าพรุแห้งแล้งในฤดูร้อน
 - ข. ป่าพรุต้องมีน้ำหล่อเลี้ยง
 - ค. ป่าพรุมีต้นไม้หลายชนิดขึ้น
 - ง. ป่าพรุเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำ
 - จ. ป่าพรุเป็นแหล่งอาหารของชาวบ้าน

ใบความรู้ที่ 1 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

รอบ ๆ ตัวเรา

ถ้านักเรียนมองไปรอบ ๆ ในขณะที่อยู่ในห้องเรียน นักเรียนจะเห็นว่าสิ่งที่อยู่รอบ ๆ เรานั้น มีทั้งสิ่งที่มีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต เช่น ครู เพื่อน ๆ โต๊ะเรียน เก้าอี้ กระดานดำ สมุด หนังสือ และอื่นๆ และในขณะเดียวกัน นักเรียนก็เป็นสิ่งแวดล้อมของสิ่งอื่นด้วย ถ้านักเรียนไปอยู่ที่อื่นไม่ใช่ห้องเรียน นักเรียนคิดว่าสิ่งแวดล้อมที่นักเรียนพบในห้องเรียนนั้น จะต่างไปจากเดิมหรือไม่ อย่างไร

ระบบนิเวศในธรรมชาติ

นักเรียนทราบแล้วว่า ภายใต้ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมนั้น เรียกว่า ระบบนิเวศ ดังนั้น ระบบนิเวศจึงเป็นระบบของสิ่งมีชีวิตอยู่ได้ด้วยตัวเอง และมีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมที่อยู่โดยรอบ

สิ่งแวดล้อม หมายถึง กลุ่มหรือหมู่ของสิ่งมีชีวิต และสิ่งไม่มีชีวิตอื่นๆ ที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตหนึ่งๆ

สิ่งแวดล้อมอาจแบ่งได้ออกไปเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. สิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิต (Abiotic Environment) หรือปัจจัยทางกายภาพ (Physical Factor) ได้แก่ แสงสว่าง อุณหภูมิ น้ำ ความกดดันของอากาศ ลม ไฟ ดิน และแก๊สต่างๆ เป็นต้น
2. สิ่งแวดล้อมที่มีชีวิต (Biotic Environment) หรือปัจจัยทางชีวภาพ (Biotic Factor) ได้แก่ สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน และสิ่งมีชีวิตคนละชนิด

ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมในระบบนิเวศ แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. ความผูกพันพึ่งพากัน หรือส่งผลต่อกันระหว่างสิ่งมีชีวิตด้วยตัวเอง
2. เป็นความเกี่ยวข้องสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิตที่แวดล้อมมันอยู่

ซึ่งลักษณะความสัมพันธ์ทั้ง 2 ประเภทนี้ จะเกิดขึ้นพร้อมๆ กัน และมีอยู่ในทุกระบบนิเวศ

ระบบนิเวศหลายๆ ระบบรวมกัน เรียกว่า โลกของสิ่งมีชีวิต (Biosphere)

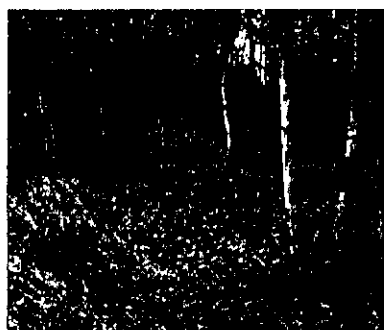
ระบบนิเวศ (Ecosystem) แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. ระบบนิเวศบนบก (Terrestrial Ecosystem) เช่น ป่าทุ่งหญ้า ทะเลทราย ฯลฯ
2. ระบบนิเวศในน้ำ (Aquatic Ecosystem) เช่น ลำธาร หนอง บึง ทะเล มหาสมุทร ฯลฯ

จาก 2 ระบบที่กล่าวถึงนี้ แต่ละระบบมีขนาดต่างๆ กันไป ทั้งนี้สุดแล้วแต่ว่า เราจะกล่าวถึงระบบนิเวศใด เช่น ถ้าจะกล่าวถึงโลก เราถือได้ว่าโลกเป็นระบบนิเวศที่ใหญ่ที่สุด ซึ่งมีทั้งระบบนิเวศบนบกและระบบนิเวศในน้ำ เมื่อนำมารวมกันเข้า เรียกว่า โลกของสิ่งมีชีวิต (Biosphere) ซึ่งเป็นระบบที่รวมความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตทุกชนิดในโลก และระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสารต่างๆ ตลอดจนพลังงานที่กำหนดในระบบนิเวศย่อยๆ นั้น

ระบบนิเวศในท้องถิ่น

ระบบนิเวศในท้องถิ่น เป็นระบบนิเวศขนาดเล็ก ซึ่งอาจเป็นระบบนิเวศบนบก ระบบนิเวศในน้ำที่อยู่ในท้องถิ่นนั้นๆ บริเวณของโรงเรียนจัดได้ว่าเป็นระบบนิเวศหนึ่ง ระบบสระน้ำในโรงเรียนก็จัดเป็นระบบนิเวศในน้ำอยู่ในระบบนิเวศโรงเรียน หรือสนามหญ้าโรงเรียนก็เป็นระบบนิเวศบนบกที่อยู่ในระบบนิเวศโรงเรียน เป็นต้น



ภาพประกอบ 3 ระบบนิเวศในท้องถิ่น

ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อสิ่งแวดล้อมในระบบนิเวศ

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ สามารถแบ่งออกได้ 2 ปัจจัยดังนี้

1. ปัจจัยทางชีวภาพ (Biotic Factor)
2. ปัจจัยทางกายภาพ (Physical Factor)

ปัจจัยทางชีวภาพ (Biotic Factor)

ปัจจัยทางชีวภาพ หมายถึง ปัจจัยที่เป็นสิ่งมีชีวิตซึ่งจะเกี่ยวข้องกับชนิดของสิ่งมีชีวิต ปริมาณของสิ่งมีชีวิต สัดส่วนของสิ่งมีชีวิต และการกระจายของสิ่งมีชีวิต ความเกี่ยวข้องที่กล่าวมาทั้งหมดนี้จะมีความเกี่ยวเนื่องสัมพันธ์กันทั้งในแง่ของการเป็นอาหาร การแก่งแย่งเพื่อความอยู่รอดของการดำรงชีวิต เพราะสิ่งมีชีวิตทุกชนิดมีบทบาทในแง่ของการถ่ายทอดพลังงานเป็นลำดับขั้นในระบบนิเวศซึ่งจะได้เรียนรู้ต่อไป ตัวอย่างเช่น การเลี้ยงปลาในคอกหรือนำสาหร่ายและแพลงก์ตอนไปในบ่อ

เลี้ยง ซึ่งสาหร่ายและแพลงมีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิตของปลานิล จึงกล่าวได้ว่า สาหร่ายและแพลงเป็นปัจจัยทางชีวภาพของปลานิล

ปัจจัยทางกายภาพ (Physical Factor)

ปัจจัยทางกายภาพ หมายถึง สภาวะแวดล้อมที่ไม่มีชีวิต ซึ่งจะมีอิทธิพลเป็นอย่างยิ่งต่อลักษณะและการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศนั้นๆ มีดังนี้

1. อุณหภูมิ (Temperature)

สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะอาศัยในบริเวณที่มีอุณหภูมิที่เหมาะสมกับตัวเอง เนื่องจากอุณหภูมิที่เหมาะสมช่วยให้กระบวนการทางชีวเคมีภายในร่างกายสามารถดำเนินไปและทำให้สิ่งมีชีวิตเจริญเติบโตได้ อุณหภูมิจึงมีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิตในด้านต่อไปนี้

1) การอพยพย้ายถิ่น (Migration) เช่น เมื่อถึงฤดูหนาว นกปากห่างจะอพยพจากประเทศอินเดียและบังคลาเทศช่วงปลายฤดูฝน มาทำรังหากินและผสมพันธุ์แถบภาคกลางของประเทศไทย เช่น ที่วัดไร่ล้อมจังหวัดประทุมธานีหรือจังหวัดพระนครศรีอยุธยา สุพรรณบุรี และจะบินกลับถิ่นเดิม ประมาณเดือน มิถุนายน – กรกฎาคม หรือนกนางแอ่นจะบินอพยพจากประเทศอื่นเมื่ออุณหภูมิลดต่ำลงมากๆ เข้ามาหากินในประเทศไทย ซึ่งจะอพยพเข้ามามากที่สุดเดือนตุลาคม และจะอพยพกลับถิ่นเดิม ประมาณเดือนพฤษภาคม

2) การเปลี่ยนแปลงขนาด โครงสร้าง และรูปร่าง เช่น สุนัขในเขตร้อนมักมีขนสั้น เกรียนและสุนัขในเขตหนาวมีขนปุกปุย เพื่อปรับสภาพให้เหมาะสมกับอุณหภูมิ

3) พฤติกรรมบางอย่างของสิ่งมีชีวิต เช่น สัตว์ทะเลทรายมักออกหากินในเวลา กลางคืน เนื่องจากมีอุณหภูมิต่ำกว่าเวลากลางวัน

4) กระบวนการทางชีวเคมีในร่างกายของสิ่งมีชีวิต เช่น กบจำศีลในฤดูหนาว

5) การแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิต เช่น พืชบางชนิดจะเพาะปลูกได้ในบริเวณที่มีอากาศหนาวเท่านั้น

2. แสงสว่าง (Light)

แสงสว่างมีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต พืชต้องการแสงสว่างเพื่อใช้เป็นพลังงาน ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง สร้างอาหารสำหรับการเจริญเติบโต การออกดอกออกผล การหุบ และการบานของดอกไม้บางชนิด เช่น ดอกบัวจะบานตอนเช้าเมื่อได้รับแสงเต็มที่ และจะหุบเมื่อไม่มีแสงสว่างนอกจากนี้ แสงสว่างยังมีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิต สัตว์ส่วนใหญ่จะออกหากินตอนกลางวัน และมีสัตว์บางชนิดที่ออกหากินตอนกลางคืน เช่น ค้างคาว นกเค้าแมว ผีเสื้อ กลางคืน เป็นต้น



ภาพประกอบ 4 การบานของดอกไม้เมื่อได้รับแสง

3. น้ำและความชื้น (Water and Moisture)

น้ำเป็นสิ่งจำเป็นในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต เพราะน้ำเป็นองค์ประกอบที่มีมวลเป็นร้อยละของร่างกายมากที่สุด และบทบาทสำคัญในกระบวนการทางชีวเคมีของสิ่งมีชีวิต เช่น ระบบย่อยอาหาร ระบบขับถ่าย ระบบควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย

พืชที่สังเคราะห์อาหารโดยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงนั้นต้องใช้น้ำเป็นวัตถุดิบในการสร้างอาหาร และใช้น้ำละลายแร่ธาตุต่างๆ ในดินเพื่อดูดซึม นอกจากนั้น น้ำยังมีอิทธิพลในการกำหนดชนิดและการกระจายตัวของสิ่งมีชีวิต เช่น กล้วยไม้ป่ามักพบในบริเวณเขตป่าชุ่มชื้น จะไม่พบในทุ่งหญ้า นอกจากนี้ยังมีอิทธิพลต่อการปรับเปลี่ยนโครงสร้างและสรีระของพืชและสัตว์ เช่น ต้นกระบองเพชร มีใบเปลี่ยนเป็นหนามเพื่อลดการสูญเสียน้ำ เป็นต้น นอกจากนี้ลักษณะของกระแสน้ำในแหล่งน้ำ ยังมีอิทธิพลต่อลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยในแหล่งน้ำนั้นด้วย เช่น ปลาในลำธารที่น้ำไหลเร็ว มักเคลื่อนที่เร็วกว่าปลาที่อยู่ในน้ำนิ่ง



ภาพประกอบ 5 อิทธิพลของน้ำและความชื้นต่อการปรับเปลี่ยนโครงสร้างและสรีระของพืช

4. อากาศ (Air)

อากาศเป็นสิ่งจำเป็นที่สิ่งมีชีวิตขาดไม่ได้ เพราะใช้ในการหายใจและปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา พืชใช้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์ด้วยแสงและให้ออกซิเจน ดังนั้นบริเวณที่มีความมืดดันทึบ ซึ่งเป็นบริเวณที่มีระดับสูงจากพื้นผิวโลก จึงมี

ปริมาณของแก๊สออกซิเจนโดย ส่งผลให้สิ่งมีชีวิตที่อาศัยตามบริเวณภูเขาสูงต้องปรับตัวให้สามารถอาศัยอยู่ได้ในสภาวะที่มีแก๊สออกซิเจนเจือจาง

5. ความเป็นกรด – เบส

น้ำและดินในแต่ละแห่งมีสภาพความเป็นกรด – เบส แตกต่างกันไป ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณของแร่ธาตุที่ละลายอยู่ ดังนั้นสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในบริเวณดังกล่าวจึงต้องดำรงชีวิตอยู่ให้เหมาะสมและอยู่ได้ตามปกติ เช่น พืชพวงมะม่วง ส้ม เจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีความเป็นกรด

6. ความเค็ม

ความเค็มมีผลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด เพราะเกี่ยวข้องกับการรักษาสมดุลของแร่ธาตุและน้ำในร่างกาย จะเห็นได้ว่าสิ่งมีชีวิตบางชนิดสามารถทนความเค็มได้ดี แต่บางชนิดไม่สามารถทนความเค็มได้ เช่น ปลาทะเลเอาน้ำมาเลี้ยงในน้ำจืดก็จะตาย

พืชก็เช่นเดียวกัน พืชบางชนิดทนดินเค็มได้ดี แต่บางชนิดไม่สามารถอยู่ได้ พืชส่วนใหญ่จะไม่สามารถเจริญเติบโตได้ในดินเค็ม ดังนั้นในการปลูกพืชจึงควรคำนึงถึงสภาพความเค็มของดินด้วย

7. กระแสลม

กระแสลมเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งในระบบนิเวศ ซึ่งเป็นปัจจัยที่กำหนดรูปร่างของสิ่งมีชีวิตของระบบนิเวศ ช่วยในการแพร่กระจายละอองเกสรและเมล็ดของพืชผักบางชนิด ทำให้เกิดความชื้นตามบริเวณต่างๆ ที่พัดพาเอาฝนไปตก

8. แร่ธาตุ (Mineral)

ในดินและน้ำจะมีแร่ธาตุต่างๆ เป็นองค์ประกอบสำคัญที่สิ่งมีชีวิตจำเป็นต้องใช้ในการเจริญเติบโต เช่น ไนโตรเจน(N) ฟอสฟอรัส(P) โพแทสเซียม(K) เป็นแร่ธาตุหลักที่พืชต้องการเพื่อใช้ในการสร้างสารต่างๆ ในพืช แร่ธาตุบางชนิดที่สิ่งมีชีวิตต้องการในปริมาณน้อยมาก แต่ถ้าขาดก็จะมีผลต่อการเจริญเติบโตทำให้ผิดปกติ แร่ธาตุจึงมีอิทธิพลต่อความเป็นอยู่ของสิ่งมีชีวิตโดยตรง



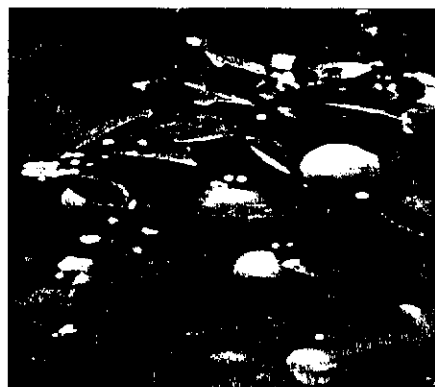
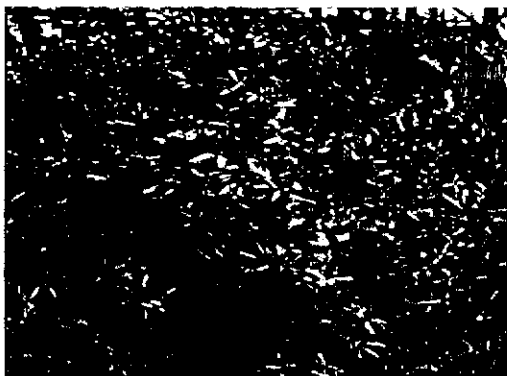
ภาพประกอบ 6 อิทธิพลของแร่ธาตุต่อความเป็นอยู่ของสิ่งมีชีวิต

องค์ประกอบในระบบนิเวศ

ในระบบนิเวศหนึ่งๆ นั้น จะประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 2 ส่วน ด้วยกัน คือ

1. องค์ประกอบที่มีชีวิต ซึ่งแบ่งย่อยออกไปตามหน้าที่ได้ดังนี้

1.1 ผู้ผลิต หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารได้ด้วยตนเองโดยใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ คลอโรฟิลล์ในคลอโรพลาสต์ คาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศ น้ำ และแร่ธาตุจากใต้ดินไปสร้างอาหารประเภทน้ำตาลและแป้ง สารอาหารที่สร้างขึ้นนี้จะประกอบกันเป็นเนื้อเยื่อ โยต้น ใบ ดอก ผลของพืช พืชสีเขียวจึงเป็นผู้ผลิตอาหารของโลก



ภาพประกอบ 7 ผู้ผลิตในระบบนิเวศ

1.2 ผู้บริโภค เป็นสิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารได้ ต้องอาศัยการกินพืชและสัตว์อื่น ๆ ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 ประเภท

1.2.1 ผู้บริโภคที่กินพืชเป็นอาหาร (Herbivore) ผู้บริโภคประเภทนี้ เป็นผู้บริโภคลำดับแรกที่กินพืชเป็นอาหาร เช่น วัว ควาย กวาง ช้าง ม้า ผู้บริโภคในระดับนี้ สามารถเปลี่ยนเนื้อเยื่อของพืชมาเป็นเนื้อเยื่อของสัตว์ได้



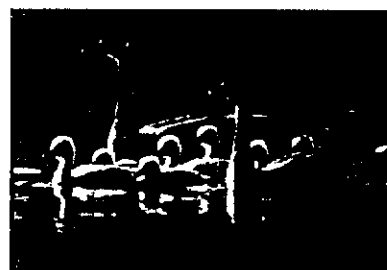
ภาพประกอบ 8 ตัวอย่างผู้บริโภคพืชเป็นอาหารในระบบนิเวศ

1.2.2 ผู้บริโภคที่กินเนื้อสัตว์เป็นอาหาร (Carnivore) เช่น เสือ สิงโต หมาป่า เหยี่ยว วัว จระเข้ ปลาฉลาม ปลาค็อน นกกระยาง ฯลฯ ผู้บริโภคประเภทนี้จะมีรูปร่างใหญ่และแข็งแรงกว่าพวกสัตว์กินพืช มีระบบประสาทและกล้ามเนื้อ เพื่อใช้ในการล่าเหยื่อ



ภาพประกอบ 9 ตัวอย่างผู้บริโภคเนื้อสัตว์เป็นอาหารในระบบนิเวศ

1.2.3 ผู้บริโภคที่กินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหาร เช่น ไก่ หนู สุนัข แมว มนุษย์



ภาพประกอบ 10 ตัวอย่างผู้บริโภคทั้งพืชและสัตว์ในระบบนิเวศ

1.3 ผู้ย่อยสลาย (Decomposer) เป็นสิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารได้เอง แต่จะได้รับอาหารโดยการผลิตเอาไซม์ออกมาย่อยสลายซากของสิ่งมีชีวิต ของเสียและกากอาหารให้เป็นสารที่มีขนาดอนุภาคเล็กลงแล้วจึงดูดซึมไปใช้เป็นอาหารบางส่วน ส่วนที่เหลือจะปล่อยออกสู่ระบบนิเวศซึ่งผู้ผลิตสามารถนำไปใช้สร้างอาหารได้ สิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทเป็นผู้สลายสารอินทรีย์ ได้แก่ แบคทีเรีย เห็ดและรา ซึ่งจะเห็นได้ว่าผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์เป็นส่วนสำคัญทำให้สารอาหารหมุนเวียนเป็นวัฏจักรได้

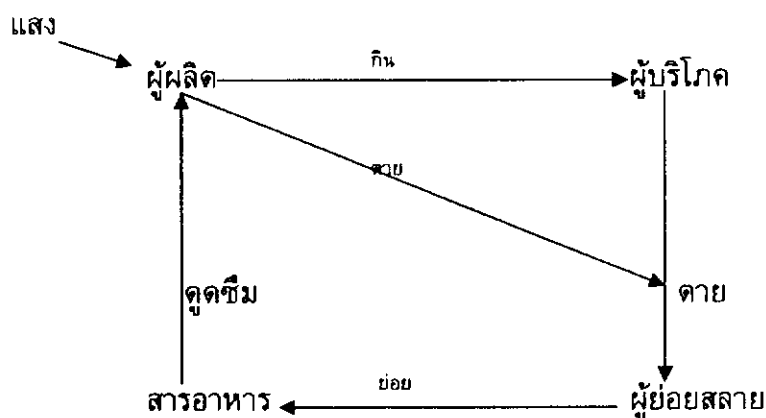
2. องค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต ซึ่งประกอบด้วย

2.1 อนินทรีย์สาร ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ ไนโตรเจน น้ำ ไฮโดรเจน ฟอสฟอรัส กำมะถัน โซเดียม โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม ฯลฯ

2.2 อินทรีย์สาร ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน ฯลฯ ซึ่งพืชและสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กทั้งหลาย ทำการสังเคราะห์ขึ้นมาจากสารอนินทรีย์

2.3 ภูมิอากาศ ได้แก่ แสง อุณหภูมิ ความชื้น น้ำฝน

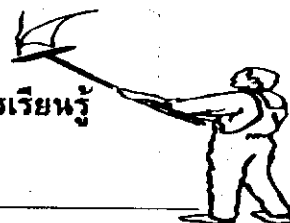
เมื่อพิจารณาจากองค์ประกอบของระบบนิเวศแล้ว จะเห็นว่าองค์ประกอบที่ไม่มีชีวิตจะทำหน้าที่เป็นสิ่งแวดล้อมขององค์ประกอบที่มีชีวิต นั่นคือ เป็นผู้เกื้อหนุนพลังงานและสสารให้กับสิ่งมีชีวิต และทำหน้าที่เป็นผู้รองรับและดูดซับผลิตภัณฑ์จากสิ่งมีชีวิตทั้งหมด ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนพลังงานและสสารระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต ในขณะที่สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศจะทำหน้าที่เป็นผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลาย ทั้งนี้ โดยผู้ย่อยสลายเป็นตัวสำคัญที่สุดในการเชื่อมโยงสิ่งมีชีวิตให้หมุนเวียนเป็นวัฏจักรอยู่ในระบบนิเวศ



ภาพประกอบ 11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างผู้ผลิต ผู้บริโภคและผู้ย่อยสลาย



กิจกรรมลองคิด ลองเขียน จากการเรียนรู้



โครงงานวิทยาศาสตร์

มี 4 ประเภท คือ

1. โครงงานประเภทสำรวจ
2. โครงงานประเภททดลอง
3. โครงงานประเภทการประดิษฐ์
4. โครงงานประเภทการสร้างทฤษฎี

ชื่อโครงงาน



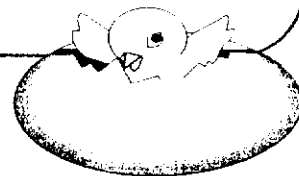
1. โครงงานประเภท

สำรวจ เป็นการศึกษา รวบรวมปัญหาจาก ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เพื่อศึกษาหาความรู้ที่มีอยู่ หรืออยู่ในธรรมชาติ โดยใช้ วิธีสำรวจและรวบรวมข้อมูล แล้วนำข้อมูลที่ได้มาจัด กระทำให้เป็นระบบระเบียบ และสื่อความหมาย แล้ว นำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ตาราง กราฟ แผนภูมิ และคำอธิบายประกอบ

จะตั้งชื่อ
โครงงานนี้
ยังไงนี้จะ
ช่วยคิด
หน่อย ครับ



2. โครงการประเภททดลอง เป็นการศึกษาหาคำตอบของปัญหาใดปัญหาหนึ่ง โดยการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง
3. โครงการประเภทการประดิษฐ์ เป็นการพัฒนา หรือการสร้างอุปกรณ์ หรือเครื่องมือเครื่องใช้เพื่อประโยชน์ใช้สอย โดยการประยุกต์ทฤษฎี หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการพัฒนา
4. โครงการประเภทสร้างทฤษฎี เป็นโครงการที่มีทฤษฎีหรือคำอธิบายสิ่งต่าง ๆ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นแนวคิดใหม่ ๆ โดยมีหลักการทางวิทยาศาสตร์หรือทฤษฎีอื่น ๆ ตลอดจนข้อมูลต่าง ๆ สนับสนุน ทฤษฎีหรือคำอธิบาย



.....

.....

.....

.....

ออกแบบการทดลอง



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



การตั้งสมมติฐาน
หมายถึง การคิดหาคำตอบ
ล่วงหน้า ก่อนที่จะทำการ
ทดลองโดยอาศัยการสังเกต
ความรู้ ประสบการณ์เดิม
เป็นพื้นฐานคำตอบ



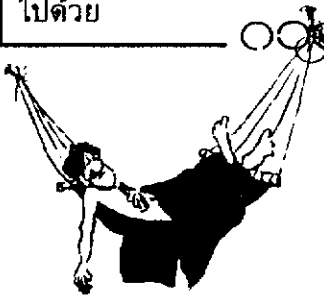
ตัวแปรต้น

คือสิ่งที่ป็นสาเหตุที่ทำให้
เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เรา
ต้องการทดลองดูว่าเป็น
สาเหตุที่ก่อให้เกิดผล
เช่นนั้นจริงหรือไม่



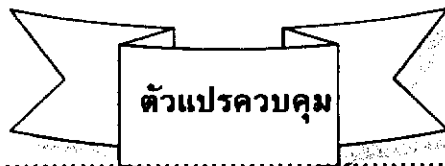
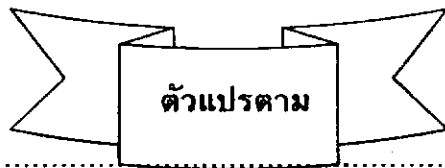
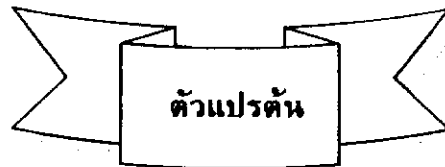
ตัวแปรตาม

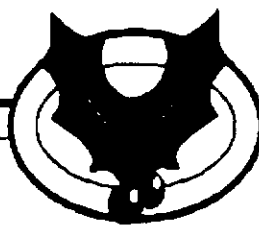
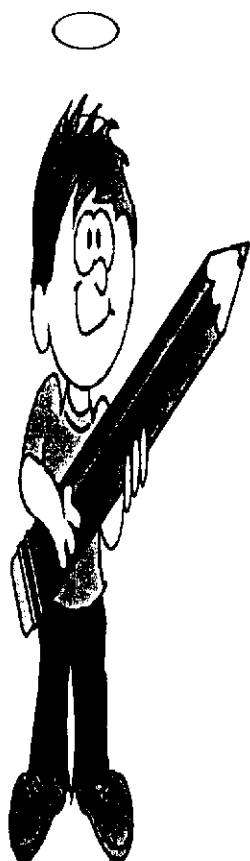
คือสิ่งที่ป็นผลเนื่องมาจาก
ตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้น
หรือสิ่งที่ป็นสาเหตุ
เปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือ
สิ่งที่ป็นผลจะเปลี่ยนตาม
ไปด้วย



ตัวแปรที่ต้องควบคุม

คือสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจาก
ตัวแปรต้นที่มีผลต่อการ
ทดลองด้วย ซึ่งจะต้อง
ควบคุมให้เหมือน ๆ กัน
มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการ
ทดลองคลาดเคลื่อน





วิธีการทดลอง

A series of horizontal dotted lines for writing the experimental procedure.

ใบความรู้ที่ 2 ความสัมพันธ์ภายในระบบนิเวศ

ความสัมพันธ์ภายในระบบนิเวศเป็นความสัมพันธ์ระหว่างชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

1. ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต

สิ่งแวดล้อม (Environment) หมายถึง สิ่งที่อยู่รอบ ๆ ตัวเรา หรือ สิ่งมีชีวิตใด ๆ ซึ่งมีผลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ สิ่งแวดล้อมแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. สิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิต หมายถึง สิ่งไม่มีชีวิตต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวสิ่งมีชีวิต และมีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิต เช่น อุณหภูมิ น้ำ แสงสว่าง อากาศ ดิน สารอาหาร แร่ธาตุ สิ่งแวดล้อมประเภทนี้เรียกว่า

ปัจจัยทางกายภาพ

2. สิ่งแวดล้อมที่มีชีวิต หมายถึง สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวสิ่งมีชีวิตอาจ เป็นสิ่งมีชีวิตเดียวกันหรือต่างชนิดกันก็ได้ และมีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิต เรียกว่า **ปัจจัยทางชีวภาพ**

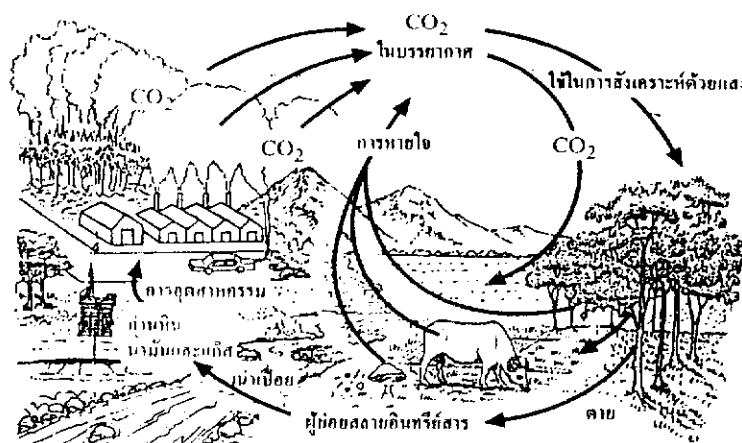
การหมุนเวียนของแก๊ส

แก๊สออกซิเจนและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ต่างมีการหมุนเวียนจากสิ่งหนึ่งไปยังอีกสิ่งหนึ่ง จึงทำให้ปริมาณของแก๊สออกซิเจนไม่หมดไปจากอากาศและอากาศไม่เต็มไปด้วยปริมาณของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ การหมุนเวียนของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และแก๊สออกซิเจนเกิดขึ้นดังนี้

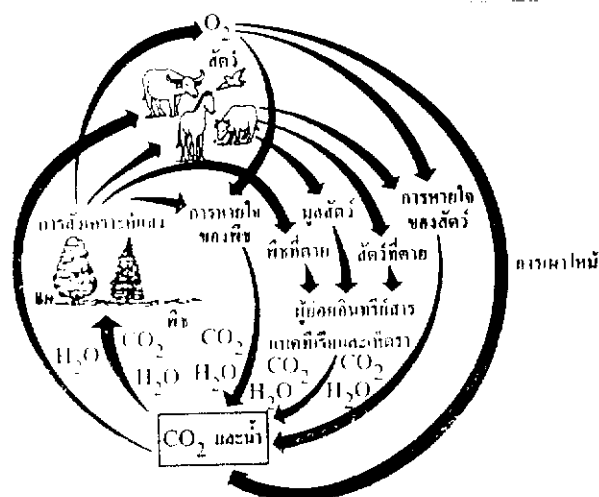
การหมุนเวียนของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และแก๊สออกซิเจน

แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศได้มาจากสิ่งต่อไปนี้

1. การตายของสิ่งมีชีวิต
2. การเผาไหม้ในโรงงานอุตสาหกรรม
3. การผุกร่อนของซากสิ่งมีชีวิต
4. การหายใจของพืชและสัตว์
5. การระเบิดของภูเขาไฟ



ภาพประกอบ 12 การหมุนเวียนของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์



ภาพประกอบ 13 การหมุนเวียนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และแก๊สออกซิเจน

แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีอยู่ในอากาศจะถูกใช้เป็นวัตถุดิบในการสร้างอาหารของพืช โดยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงพร้อมทั้งปล่อยแก๊สออกซิเจนสู่อากาศ คน สัตว์ และพืชหายใจเอาแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาหมุนเวียนกันเช่นนี้เรื่อยไป

การหมุนเวียนของไนโตรเจนในระบบนิเวศ

ธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบสำคัญของโปรตีน พืชจึงมีความต้องการในปริมาณที่สูงมากเพื่อนำไปสร้างโปรตีน ไนโตรเจนนั้นอยู่ในรูปของสารประกอบพวกเกลือแอมโมเนียม เช่น เกลือแอมโมเนียมไนเตรด เกลือแอมโมเนียมไนไตรต์ เกลือแอมโมเนียมซัลเฟต เป็นต้น สัตว์ต่าง ๆ จะได้รับสารเหล่านี้โดยการถ่ายทอดในรูปของสายใยอาหาร ซึ่งการหมุนเวียนของไนโตรเจนเกิดขึ้นด้วยกระบวนการที่สำคัญ ดังนี้

1. กระบวนการของชีวภาพ (Biological Process)

กระบวนการทางชีวภาพ เป็นกระบวนการที่อาศัยพวกสาหร่าย และแบคทีเรียบางชนิดในการสร้างไนเตรด มีอยู่ 2 วิธีการคือ

1.1 สร้างไนเตรดด้วยสารย่อยสลายอินทรีย์ต่าง ๆ ประกอบด้วย Ammonification หรือการสร้างแก๊สแอมโมเนียจากกระบวนการย่อยสลายของสารอินทรีย์ประเภทโปรตีนที่มีอยู่ในดินของพวกแบคทีเรียบางประเภท

1.2 การตรึงไนโตรเจนในอากาศ (Nitrogen Fixation) เป็นกระบวนการที่แบคทีเรียชนิดไรโซเบียม (Rhizobium sp.) หรือพวกจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในรากประเภทถั่วหรือสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน มีการตรึงไนโตรเจนจากอากาศให้กลายเป็นสารพวกไนเตรด ซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ได้

ปรากฏการณ์เรือนกระจก (Green House Effect)

ปรากฏการณ์เรือนกระจก หมายถึง ปรากฏการณ์ที่อุณหภูมิใกล้ผิวโลกมีอุณหภูมิสูงกว่าปกติ ซึ่งเกิดจากการที่ผิวโลกเมื่อได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์อันประกอบด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ต และรังสีอินฟราเรดถูกดูดกลืนไว้ด้วยพื้นดิน พื้นน้ำ ใต้น้ำ และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ รังสีอัลตราไวโอเล็ตสามารถเปลี่ยนไปเป็นรังสีอินฟราเรดที่สามารถแผ่รังสีความร้อน ดังนั้น ความร้อนที่ใกล้ผิวโลกจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นมากหรือน้อย จึงขึ้นอยู่กับ การถูกกักไว้โดยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ฝุ่นละออง และไอน้ำ จากการศึกษา พบว่า แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มีบทบาทมากที่สุดที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก และนับวันจะส่งผลให้เกิดปรากฏการณ์มากขึ้นเรื่อย ๆ เพราะแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เกิดจากการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนในเครื่องยนต์ประเภทล้อเลื่อน และในโรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ

ผลกระทบจากปรากฏการณ์เรือนกระจก

1. อุณหภูมิของโลกเพิ่มขึ้น ทำให้น้ำแข็งบริเวณขั้วโลกละลายเพิ่มมากขึ้น ส่งผลกระทบกับพื้นที่อยู่ในระดับเดียวกับน้ำทะเล มีน้ำท่วมเพิ่มมากขึ้น
2. ฤดูกาลที่ฝนตกและปริมาณน้ำฝนเปลี่ยนไป บางแห่งมีปริมาณน้ำฝนมากขึ้น บางแห่งลดลง
3. ผลผลิตทางการเกษตรลดลง มีผลกระทบต่อความเป็นอยู่ของประชากรโลก
4. ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพระบบนิเวศของโลก

2. ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต

ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ แบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

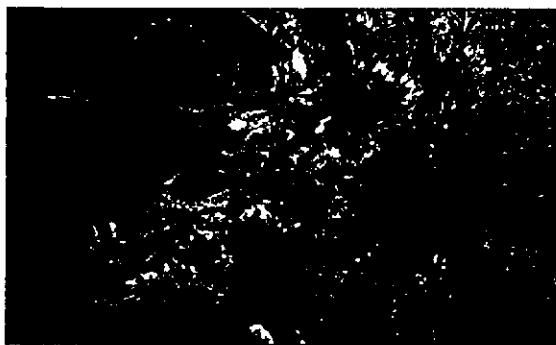
1. ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน

สิ่งมีชีวิตเมื่อดำรงชีวิตอยู่ร่วมกันเป็นหมู่ หรือ เป็นฝูงใหญ่จะมีความสัมพันธ์กันทั้งในด้านบวกและด้านลบ กล่าวคือ ในด้านบวกการอยู่ร่วมกันเป็นฝูงจะทำให้การขยายพันธุ์ได้รวดเร็วขึ้น และปกป้องอันตรายให้กันการแย่งแย่งกัน การแข่งขันกัน และเกิดความหนาแน่นของประชากร

2. ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน

ความสัมพันธ์ในลักษณะนี้แบ่งออกไปเป็นลักษณะต่าง ๆ กัน ดังนี้

2.1 ภาวะการเป็นผู้อาศัย เป็นความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต 2 ชนิดที่อาศัยอยู่ร่วมกัน ฝ่ายผู้อาศัยเป็นผู้ได้รับประโยชน์ ผู้ให้อาศัยเป็นผู้เสียประโยชน์ เช่น ต้นกาฝาก ซึ่งเกิดบนต้นไม้ใหญ่ มีรากพิเศษที่เจาะลงไปยังท่อน้ำและท่ออาหารของต้นไม้ เพื่อดูดน้ำ และธาตุอาหาร หรือสัตว์ประเภทหมัด เรือด เห็บ ปลิง เหา ไร เป็นต้น



ภาพประกอบ 16 แสดงต้นกาฝากเกิดบนต้นไม้ใหญ่

2.2 การล่าเหยื่อ เป็นการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตหนึ่งต้องตกเป็นอาหารของอีกชีวิตหนึ่ง เช่น กวางเป็นอาหารของเสือ ปลาเป็นอาหารของมนุษย์ ซึ่งสิ่งมีชีวิตล่าชีวิตอื่นเป็นอาหารเรียกว่า ผู้ล่า และชีวิตที่ต้องตกเป็นอาหารเรียกว่า เหยื่อ



ภาพประกอบ 17 แสดงการล่าเหยื่อของหมี

2.3 การได้ประโยชน์ร่วมกัน เป็นการอยู่ร่วมกันระหว่างสิ่งมีชีวิต 2 ชนิด ที่ต่างฝ่ายต่างได้รับประโยชน์ซึ่งกันและกัน แต่ไม่จำเป็นต้องอยู่ด้วยกันตลอดเวลา นั่นคือ บางครั้งอาจอยู่ด้วยกัน บางครั้งอาจอยู่ด้วยกัน บางครั้งก็อาจแยกใช้ชีวิตอยู่ตามลำพัง เช่น นกเอี้ยงกับควาย การที่นกเอี้ยงเกาะอยู่บนหลังควาย ขณะเดียวกันก็ส่งเสียงเตือนภัยให้กับควาย เมื่อมีศัตรูมาทำอันตรายควาย หรือแมลงที่ดูดกินน้ำหวานจากดอกไม้ มันก็จะช่วยผสมเกสรให้กับดอกไม้ไปด้วยพร้อมกัน

2.4 ภาวะแห่งการเกื้อกูล เป็นความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต 2 ชนิด ที่ฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์ ส่วนอีกฝ่ายไม่เสียประโยชน์ แต่ก็ไม่ได้ประโยชน์ เช่น กล้วยไม้ ป่าที่เกาะอยู่ตามเปลือกของต้นไม้ใหญ่ในป่า อาศัยความชื้นและธาตุอาหารจากเปลือกไม้ แต่ก็ไม่ได้ชอบไชรากเข้าไปทำอันตรายกับลำต้นของต้นไม้ ต้นไม้จึงไม่เสียผลประโยชน์ แต่ก็ไม่ได้ประโยชน์จากการเกาะของกล้วยไม้ นั่น



ภาพประกอบ 18 กล้วยไม้เกาะตามเปลือกไม้ของต้นไม้ใหญ่

2.5 ภาวะที่ต้องพึ่งพากันและกัน เป็นการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิต 2 ชนิด ที่ไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ถ้าแยกจากกัน เช่น ไลเคน ซึ่งประกอบด้วยราและสาหร่าย สาหร่ายนั้นสามารถสร้างอาหารได้เอง แต่ต้องอาศัยความชื้นจากราและรากิได้อาหารจากสาหร่าย ปลวกกินไม้เป็นอาหาร แต่ในลำไส้ของปลวกมีมัยยอยสำหรับย่อยเซลลูโลสต้องอาศัยโปรโตซัว ซึ่งอาศัยอยู่ในลำไส้ของปลวกเองเป็นตัวช่วยย่อยเซลลูโลส และโปรโตซัวเองก็ได้อาหารจากการย่อยนี้ด้วย

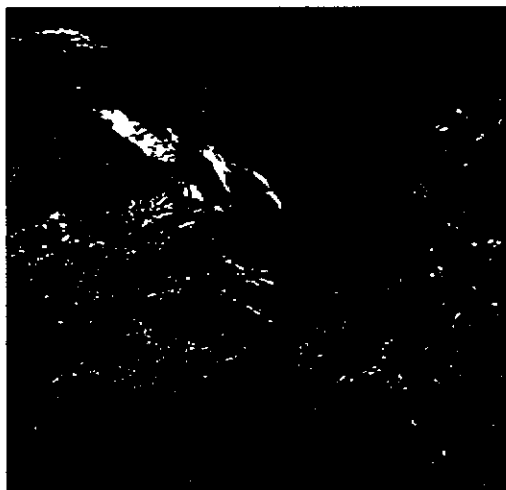
2.6 ภาวะของการสร้างสารปฏิชีวนะ เป็นการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตที่ฝ่ายหนึ่งไม่ได้รับประโยชน์ และอีกฝ่ายหนึ่งต้องเสียประโยชน์เกิดขึ้น เนื่องจากสิ่งมีชีวิตบางชนิดได้สกัดสารออกจากร่างกาย แล้วสารนั้นไปมีผลต่อสิ่งมีชีวิตอื่น เช่น ราเพนิซิลเลียม สร้างสารเพนิซิลเลียมออกมาแล้วไปมีผลต่อการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย

2.7 ภาวะการกีดกัน เป็นภาวะที่การดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิตไปมีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง เช่น ต้นไม้ใหญ่บังแสงไม่ให้ส่องถึงไม้เล็กที่อยู่ข้างล่าง ทำให้ไม้เล็กไม่อาจเติบโตได้

2.8 ภาวะของการแข่งขัน เป็นความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิต 2 ชนิด ซึ่งอาจเป็นชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกัน ที่มีความต้องการที่อยู่อาศัยหรืออาหารอย่างเดียวกันในการดำรงชีวิต และปัจจัยดังกล่าวนั้นมีจำกัด จึงเกิดการแข่งขันเพื่อครอบครองที่อยู่อาศัย หรือแย่งชิงอาหารนั้น เช่น ต้นไม้สองต้นที่ขึ้นอยู่ในกระถางเดียวกัน

2.9 ภาวะการเป็นกลาง เป็นการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิต 2 ชนิดในชุมชนเดียวกัน แต่ต่างดำรงชีวิตเป็นอิสระแก่กัน โดยไม่ให้และไม่เสียประโยชน์ต่อกัน

2.10 ภาวะการย่อยสลาย เป็นการดำรงชีวิตของพวกเห็ดราแบคทีเรียที่มีชีวิตอยู่ด้วยการหลั่งสารเอนไซม์ออกมานอกร่างกาย เพื่อย่อยซากสิ่งมีชีวิตให้เป็นรูปของเหลว แล้วดูดซึมเข้าสู่ร่างกายในรูปของเหลว ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิต ทำให้เกิดการหมุนเวียนของธาตุอาหารขึ้นในระบบนิเวศ



ภาพประกอบ 19 ความสมบูรณ์ของทรัพยากรป่าไม้

การปรับตัวของสิ่งมีชีวิต

สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศหนึ่งจะมีการปรับตัวให้เข้ากับสภาวะแวดล้อมนั้น ๆ จึงสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ แต่ถ้าไม่สามารถปรับตัวก็ได้ ก็อาจย้ายที่อยู่หรือตายไปบางชนิดถึงกับสูญพันธุ์ไปก็มี

ลักษณะการปรับตัวของสิ่งมีชีวิต มี 2 ลักษณะ กล่าวคือ การปรับตัวชั่วคราว หรือการปรับตัวที่มองเห็นชัดเจน กับการปรับตัวถาวรหรือการปรับตัวที่มองเห็นไม่ชัดเจน การปรับตัวแต่ละลักษณะเป็นดังนี้

1. การปรับตัวชั่วคราว เป็นการปรับตัวในระยะเวลานั้น เป็นการปรับตัวทางด้านพฤติกรรม หรือการดำเนินชีวิตให้เหมาะสมเพื่อความอยู่รอด เช่น การเปลี่ยนสีอย่างรวดเร็วของจิ้งจกและตุ๊กแก เพื่อให้กลมกลืนกับพื้นที่ที่มันเกาะการปรับตัวของกิ้งก่า เมื่อมันตกใจหรือเพื่อการพรางตัวให้กลมกลืนกับธรรมชาติ เขียด ต้มแดงและแมลงต่างๆ อีกหลายชนิดจะปรับสี บางชนิดปรับลักษณะตัวให้กลมกลืนกับสิ่งแวดล้อมที่อาศัยอยู่เป็นการพรางตาเพื่อประโยชน์ในการไม่เป็นเหยื่อหรือเพื่อประโยชน์ในการหาเหยื่อและลงศัตรู นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของสัตว์บางชนิด เช่น การจำศีลของกบในฤดูหนาว การย้ายถิ่นเมื่อสภาพอากาศไม่เหมาะสม เช่น นกนางแอ่น นกปากห่าง นกเป็ดน้ำ ฯลฯ หรือการย้ายถิ่นฐานของกวาง ล้วนเป็นการปรับตัวชั่วคราว พืชก็เช่นเดียวกัน การเบนเข้าหาแสงของพืชและการที่พืชมีลำต้นสูงชะลูด ก็มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้รับแสงและอากาศเต็มที่

2. การปรับตัวถาวร เป็นการปรับตัวทางด้านโครงสร้างทางร่างกายหรือสีน ให้เหมาะสมกับแหล่งที่อยู่เพื่อการพรางตัวให้รอดพ้นจากการถูกล่าเพื่อหลบภัยหรือเพื่อการหาอาหาร ลักษณะดังกล่าวเป็นการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม ซึ่งสามารถถ่ายทอดลักษณะพันธุกรรมนั้น ๆ ไปยัง

ลูกหลานได้ การปรับตัวถาวรเป็นการปรับตัวที่ใช้เวลานาน ไม่สามารถมองเห็นในสิ่งมีชีวิตรุ่นเดียว การปรับตัวแบบนี้มี 2 ประเภท คือ

2.1 การปรับตัวทางด้านรูปร่างหรือสัณฐาน เป็นการปรับตัวทางด้านรูปร่าง โครงสร้าง สี ให้เหมาะสมกับแหล่งที่อยู่ เช่น ตั๊กแตนใบไม้มีสีส้มและรูปร่างเหมือนใบไม้ กระบองเพชร เปลี่ยนไปเป็นหนาม เพื่อลดการสูญเสียน้ำ ผักตบชวามีก้านใบพองเป็นกระเปาะ ช่วยให้อยู่ใต้น้ำได้ ปลา มีรูปร่างเพรียว เพื่อลดแรงต้านทาน ทำให้ปลาเคลื่อนที่ในน้ำได้อย่างเหมาะสม สุนัขในเขตหนาวมีขนยาว เพื่อลดการสูญเสียความร้อน ต้นโกกทางตามป่าชายเลนมีรากค้ำจุน ทำให้ลำต้นแข็งแรง ไม่ล้มง่าย การปรับตัวของผีเสื้อ และผีเสื้อกลางคืนให้เหมาะสมกับชนิดของอาหารของมัน ผักกระเฉดมีท่อนลมให้อยู่ใต้น้ำได้ แมลงกระซอนมีขาหน้าแข็งแรงเพื่อใช้ขุดดิน สหรัยหางกระรอกมีลำต้นและใบเรียว เพื่อลดแรงต้านทานของกระแสน้ำ พืชในที่แห้งแล้งมีรากยาวลึกลงไปในดินเพื่อดูดน้ำ



ภาพประกอบ 20 การปรับโครงสร้างของผักตบชวา

2.2 การปรับตัวทางหน้าที่ของอวัยวะภายในร่างกายให้เหมาะสมกับการดำรงชีวิต เช่น การควบคุมอุณหภูมิของร่างกายของเราให้คงที่ การควบคุมความเข้มข้นของสารละลายภายในร่างกายให้อยู่ในระดับปกติ คนที่อาศัยอยู่ตามภูเขาสูง ร่างกายมีการสร้างเม็ดเลือดแดงเพิ่มขึ้น เพราะมีออกซิเจนในอากาศน้อย ปลาเริ่มมีต่อมสำหรับขับเกลือส่วนเกินออกจากร่างกาย พืชจะผลัดใบทิ้งเพื่อลดการทำงาน หรือลดการเจริญเติบโต ในช่วงฤดูกาลที่ไม่เหมาะสม

2.3 การปรับตัวทางพฤติกรรม เป็นการปรับอุปนิสัยหรือชีวนิสัย เพื่อให้มีชีวิตรอดหรือเหมาะสมกับฤดูกาล เช่น กบจะหนีความเย็นของอากาศไปจำศีลในฤดูหนาว สัตว์ในทะเลทรายจะหนีอากาศร้อนไปจำศีลอยู่หนึ่ง ๆ สัตว์บางชนิดมีการย้ายถิ่นเมื่อสภาพอากาศไม่เหมาะสม เช่น นกนางแอ่น นกปากห่าง ฯลฯ

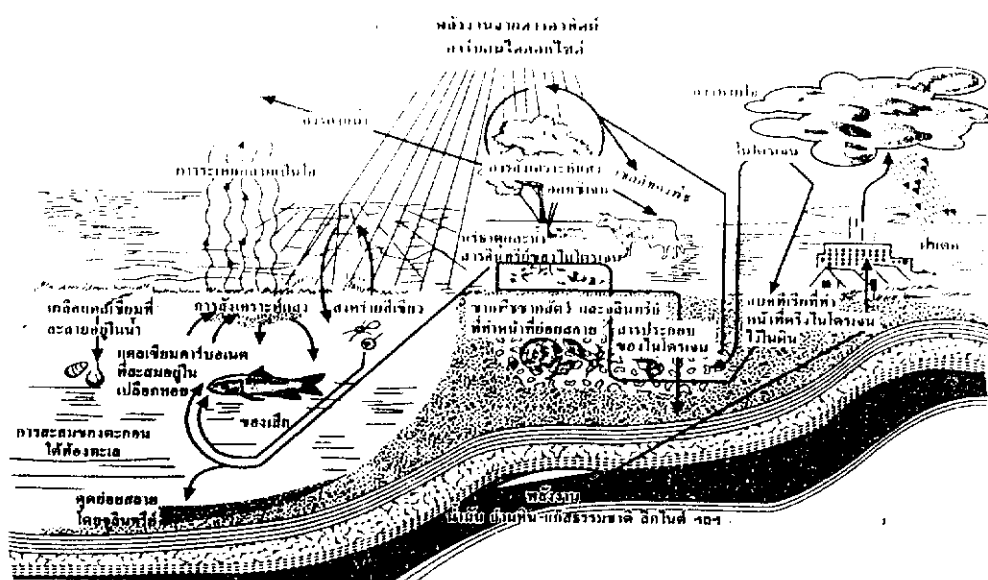
บทบาทของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

การดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตเกิดจากพลังงานที่ได้จากดวงอาทิตย์ โคลนพืชสีเขียวสามารถสร้างอาหารได้เองจากน้ำ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และพลังงานจากแสงแดด การสังเคราะห์เกิดขึ้น ดังนี้



คลอโรพลาสต์

เมื่อพืชเจริญเติบโต จะเป็นอาหารให้แก่สิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ทั้งในทางตรงและทางอ้อม นอกจากนั้นตลอดระยะเวลาของการเติบโตของพืชสีเขียว จะปล่อยแก๊สออกซิเจนที่เป็นประโยชน์ต่อกระบวนการหายใจของพืชและสัตว์



ภาพประกอบ 21 การถ่ายทอดพลังงานและการแลกเปลี่ยนสสารระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมในระบบนิเวศ

ห่วงโซ่อาหารในระบบนิเวศ (Food chain)

ห่วงโซ่อาหารในระบบนิเวศนั้นแบ่งออกได้เป็น 3 รูปแบบด้วยกัน คือ

1. โซ่อาหารแบบการล่าเหยื่อ เป็นขั้นตอนของโซ่อาหารจากพืชชั้นต่ำสุดและจากสัตว์เล็กไปยังสัตว์ที่ใหญ่กว่า เป็นลักษณะของผู้บริโภคที่เป็นสัตว์กินเหยื่อแบบกัดกินหรือฆ่ากิน ซึ่งผู้ล่าจะมีขนาดใหญ่กว่าเหยื่อเสมอ และหากผู้ล่ามีขนาดเล็กกว่าเหยื่อ ก็จะมีเหยื่อเล็บบ่อยครั้งซึ่งช่วยให้มีความสามารถในการจับกัด หรือออกล่าเหยื่อเป็นกลุ่ม ตัวอย่างผู้ล่าที่มีขนาดเล็กกว่าเหยื่อดังกล่าว ได้แก่ มด หม่าป่า ปลาปิรันยา เป็นต้น ส่วนตัวอย่างโซ่อาหารแบบการล่าเหยื่อ เช่น

ข้าวโพด → คีบักแดน → นก
 หญ้า → กวาง → เสือ
 แหน → ปลากระตี่ → ปลาช่อน

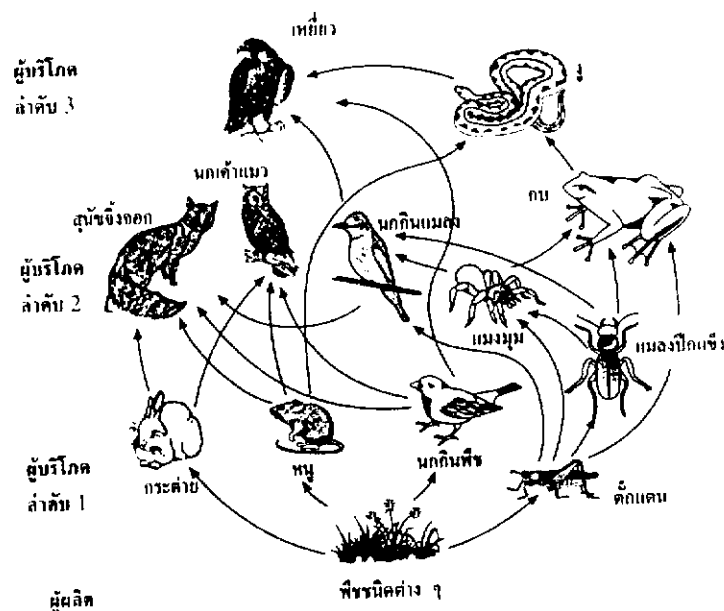
2. โซ่อาหารแบบปรสิตร เป็นโซ่อาหารที่เริ่มต้นจากสัตว์ใหญ่ไปหาสัตว์เล็กตามลำดับ เช่น

นก → ไร → โปรโตซัว → แบคทีเรีย → ไวรัส

3. โซ่อาหารแบบซากอินทรีย์ เป็นโซ่อาหารที่เริ่มต้นจากซากชีวิตที่ตายแล้ว ไปยังสิ่งมีชีวิตเล็กๆ เช่น

ขยะ → แมลง → แบคทีเรีย

เนื่องจากห่วงโซ่อาหาร หมายถึง การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ ของรูปอาหารจากจากผู้ผลิตไปยังผู้บริโภคอันดับต่าง ๆ เป็นลำดับขั้นตอนเหมือนลูกโซ่ การเขียนแผนผังแสดงการกินต่อกันเป็นทอด ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่มีความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ จึงเขียนโดยให้หัวลูกศรชี้ไปยังผู้บริโภคเสมอ

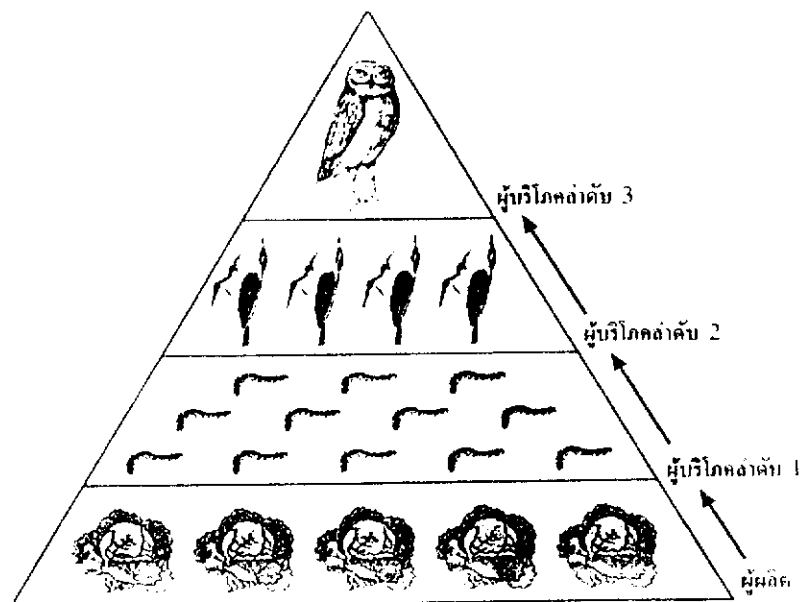


ภาพประกอบ 22 แสดงสายใยอาหารและการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ

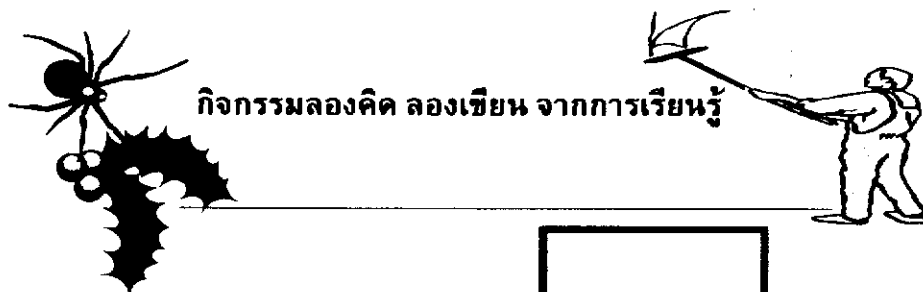
ห่วงโซ่อาหารที่ได้กล่าวถึง เป็นการถ่ายทอดโดยตรงจากชีวิตหนึ่งไปสู่ชีวิตหนึ่ง เนื่องจากสิ่งมีชีวิตหนึ่งอาจกินอาหารหลายชนิดหลายลำดับ และเหยื่อชนิดเดียวกันก็อาจถูกสิ่งมีชีวิตหลายชนิดกินจนไม่อยู่ในลำดับและขั้นตอนของห่วงโซ่อาหาร ลักษณะการเกิดขึ้นดังกล่าว ทำให้เกิดความซับซ้อนกันในระบบของห่วงโซ่อาหาร จึงเรียกว่า สายใยอาหาร (Food web)

พีระมิดของอาหาร (Food pyramid)

เมื่อพิจารณาจากห่วงโซ่อาหารหรือสายใยอาหารอย่างกว้าง ๆ แล้วจะพบว่าในแต่ละลำดับจำนวนของผู้ผลิตจะมากกว่าผู้บริโภค เช่น จำนวนของผู้ผลิตจะมากกว่าผู้บริโภคลำดับ 1 ผู้บริโภคลำดับ 1 มีจำนวนมากกว่าผู้บริโภคลำดับ 2 ตามลำดับ ดังนั้น เมื่อนำจำนวนผู้ผลิตกับผู้บริโภคในแต่ละลำดับมาเปรียบเทียบกันความสัมพันธ์ของสิ่งที่มีชีวิตดังกล่าวสามารถเขียนเป็นพีระมิดของอาหารดังรูป



ภาพประกอบ 23 ตัวอย่างของพีระมิดอาหาร



กิจกรรมลองคิด ลองเขียน จากการเรียนรู้

โครงการวิทยาศาสตร์

มี 4 ประเภท คือ

1. โครงการประเภทสำรวจ
2. โครงการประเภททดลอง
3. โครงการประเภทการประดิษฐ์
4. โครงการประเภทการสร้างทฤษฎี

ชื่อโครงการ



1. โครงการประเภทสำรวจ เป็นการศึกษารวบรวมปัญหาจากธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เพื่อศึกษาหาความรู้ที่มีอยู่หรืออยู่ในธรรมชาติ โดยใช้วิธีสำรวจและรวบรวมข้อมูล แล้วนำข้อมูลที่ได้มาจัดกระทำให้เป็นระบบระเบียบ และสื่อความหมาย แล้วนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ตาราง กราฟ แผนภูมิ และคำอธิบายประกอบ

จะตั้งชื่อ
โครงการนี้
ยังไงนี้นะ
ช่วยคิด
หน่อย ครับ



2. **โครงการประเภททดลอง** เป็นการศึกษาหาคำตอบของปัญหาใดปัญหาหนึ่ง โดยการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง
3. **โครงการประเภทการประดิษฐ์** เป็นการพัฒนา หรือการสร้างอุปกรณ์ หรือเครื่องมือเครื่องใช้เพื่อประโยชน์ใช้สอย โดยการประยุกต์ทฤษฎี หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการพัฒนา
4. **โครงการประเภทสร้างทฤษฎี** เป็นโครงการที่มีทฤษฎีหรือคำอธิบายสิ่งต่าง ๆ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นแนวคิดใหม่ ๆ โดยมีหลักการทางวิทยาศาสตร์หรือทฤษฎีอื่น ๆ ตลอดจนข้อมูลต่าง ๆ สนับสนุน ทฤษฎีหรือคำอธิบาย



.....

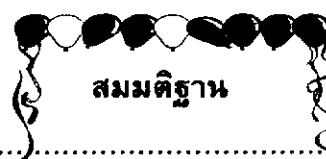
.....

.....

.....

.....

ออกแบบการทดลอง



การตั้งสมมติฐาน
หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้า ก่อนที่จะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกตความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....



ตัวแปรต้น

คือสิ่งที่ป็นสาเหตุที่ทำให้
เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เรา
ต้องการทดลองดูว่าเป็น
สาเหตุที่ก่อให้เกิดผล
เช่นนั้นจริงหรือไม่



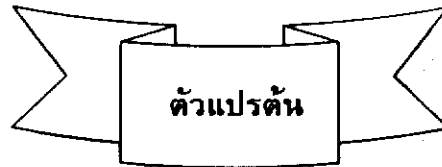
ตัวแปรตาม

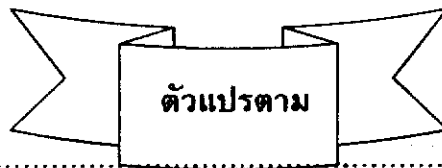
คือสิ่งที่ป็นผลเนื่องมาจาก
ตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้น
หรือสิ่งที่ป็นสาเหตุ
เปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือ
สิ่งที่ป็นผลจะเปลี่ยนตาม
ไปด้วย

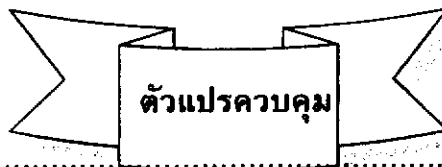


ตัวแปรที่ต้องควบคุม

คือสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจาก
ตัวแปรต้นที่มีผลต่อการ
ทดลองด้วย ซึ่งจะต้อง
ควบคุมให้เหมือน ๆ กัน
มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการ
ทดลองคลาดเคลื่อน







ใบความรู้ที่ 3 ประชากร

มนุษย์เป็นส่วนหนึ่งของระบบนิเวศที่มีบทบาทสำคัญในการใช้และดูแลรักษาทรัพยากรธรรมชาติ จำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นในแต่ละชุมชน ทำให้ความต้องการพื้นฐานของมนุษย์เพิ่มขึ้น จึงต้องมีการพัฒนาพื้นที่เพื่อที่อยู่อาศัย เพื่อการเกษตร และการอุตสาหกรรม การพัฒนาดังกล่าว ส่งผลต่อปริมาณความต้องการใช้ทรัพยากรธรรมชาติเป็นอย่างมาก หากมีการใช้ทรัพยากรอย่างไม่เหมาะสมและไม่มีการจัดที่ดีแล้ว ผลของการพัฒนาดังกล่าวก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศได้

การเพิ่มขึ้นของประชากร

ประชากรโลกมีแนวโน้มสูงขึ้นมาก โดยมีอัตราการเพิ่มของประชากรในอัตราทวีคูณ (Exponential Growth) เมื่อประชากรมีมากขึ้น ความต้องการบริโภคทรัพยากรต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้นด้วย

ตารางแสดงจำนวนประชากรโลกปี ค.ศ. 1950 – 1997

ปี ค.ศ.	ประชากรโลก (พันล้านคน)	ปี ค.ศ.	ประชากรโลก (พันล้านคน)
1950	2.55	1990	5.28
1954	2.72	1991	5.36
1959	2.99	1992	5.44
1964	3.27	1993	5.52
1969	3.63	1994	5.60
1974	4.01	1995	5.69
1979	4.38	1996	5.77
1984	4.77	1997	5.85
1989	5.19		

ที่มา : U.S. Buureau of the census, International Data Base

สำหรับในประเทศไทย การเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรดังแสดงในตาราง

ปี พ.ศ.	จำนวนประชากร คนไทย (ล้านคน)	ปี พ.ศ.	จำนวนประชากรคน ไทย (ล้านคน)
2453	8.15	2533	56.30
2462	9.21	2534	56.96
2472	10.15	2535	57.79
2480	14.46	2536	58.34
2490	17.44	2537	59.09
2503	26.26	2538	59.46
2513	34.15	2539	60.00
2523	44.28		

ข้อมูลจำนวนประชากรประเทศไทย ปี พ.ศ. 2538

ประชากรทั้งหมด 59,995,000 คน

ชาย 29,480,000 คน

หญิง 20,515,000 คน

แบ่งตามภาค

ภาคเหนือ 11,851,000 คน

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 19,208,000 คน

ภาคใต้ 7,385,000 คน

ภาคกลาง (ไม่รวม กทม.) 12,798,000 คน

กรุงเทพมหานคร 7,753,000 คน

แบ่งตามอายุ

อายุต่ำกว่า 15 ปี 16,990,000 คน

อายุ 15 – 59 ปี 37,698,000 คน

อายุ 60 ปีขึ้นไป 4,307,000 คน

ในจำนวนนี้มีหญิงวัยเจริญพันธุ์ 15,230,000 คน

อัตราการเพิ่มประชากร

อัตราการเกิด 7.4 คน/ประชากร 1,000 คน

อัตราการตาย 6.1 คน/ประชากร 1,000 คน

อัตราการเสียชีวิตของทารกแรกเกิด 30.9/เด็ก 1,000 คน

อายุเฉลี่ย

ผู้หญิง 71.7 ปี

ผู้ชาย 66.6 ปี

คาดว่าในปี 2555 จะมีจำนวนประชากรถึง 70,995,000 คน

จำนวนประชากรโลกปี พ.ศ. 2538 ในประเทศต่าง ๆ มีดังนี้

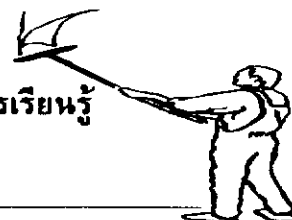
ประเทศ	จำนวนประชากร
1. จีน	1,218.8 ล้านคน
2. อินเดีย	930.6 ล้านคน
3. สหรัฐอเมริกา	263.2 ล้านคน
4. อินโดนีเซีย	198.4 ล้านคน
5. บราซิล	157.8 ล้านคน
6. รัสเซีย	147.5 ล้านคน
7. ปากีสถาน	129.7 ล้านคน
8. ญี่ปุ่น	125.2 ล้านคน
9. บังกลาเทศ	119.2 ล้านคน
10. ไนจีเรีย	101.2 ล้านคน
11. เม็กซิโก	93.7 ล้านคน
12. เยอรมนี	81.7 ล้านคน
13. เวียดนาม	75.0 ล้านคน
14. ฟิลิปปินส์	68.4 ล้านคน
15. อียิปต์	61.9 ล้านคน
16. ตุรกี	61.4 ล้านคน
17. อิหร่าน	61.3 ล้านคน
18. ไทย	60.2 ล้านคน
19. สหราชอาณาจักร	58.6 ล้านคน
20. ฝรั่งเศส	58.1 ล้านคน

แหล่งที่มา : วารสารประชากรและพัฒนา

การเพิ่มของจำนวนประชากร ในขณะที่พื้นที่ของประเทศหรือของโลกยังคงเท่าเดิม ทำให้สัดส่วนระหว่างประชากรต่อหน่วยพื้นที่เพิ่มขึ้น ปัญหาตามมาก็คือ ความต้องการพื้นที่เพื่ออาศัย ทำให้มีการขยายชุมชนเมืองออกไปสู่พื้นที่ชนบทซึ่งมีความอุดมสมบูรณ์ เป็นแหล่งอยู่อาศัย แหล่งผลิตภัณฑทางการเกษตรต้องเปลี่ยนเป็นแหล่งที่อยู่อาศัย แหล่งอุตสาหกรรม และอื่น ๆ



กิจกรรมลองคิด ลองเขียน จากการเรียนรู้



โครงงานวิทยาศาสตร์

มี 4 ประเภท คือ

1. โครงงานประเภทสำรวจ
2. โครงงานประเภททดลอง
3. โครงงานประเภทการประดิษฐ์
4. โครงงานประเภทการสร้างทฤษฎี

ชื่อโครงงาน



1. โครงงานประเภท

สำรวจ เป็นการศึกษา

รวบรวมปัญหาจาก

ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

เพื่อศึกษาหาความรู้ที่มีอยู่

หรืออยู่ในธรรมชาติ โดยใช้

วิธีสำรวจและรวบรวมข้อมูล

แล้วนำข้อมูลที่ได้มาจัด

กระทำให้เป็นระบบระเบียบ

และสื่อความหมาย แล้ว

นำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ

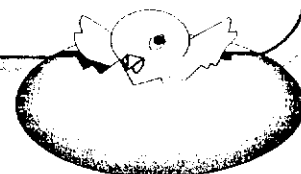
เช่น ตาราง กราฟ แผนภูมิ

และคำอธิบายประกอบ

จะตั้งชื่อ
โครงงานนี้
ยังไงนั้นะ
ช่วยคิด
หน่อย ครับ



2. **โครงการประเภททดลอง** เป็นการศึกษาหาคำตอบของปัญหาใดปัญหาหนึ่ง โดยการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง
3. **โครงการประเภทการประดิษฐ์** เป็นการพัฒนา หรือการสร้างอุปกรณ์ หรือเครื่องมือเครื่องใช้ เพื่อประโยชน์ใช้สอย โดยการประยุกต์ทฤษฎี หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการพัฒนา
4. **โครงการประเภทสร้างทฤษฎี** เป็นโครงการที่มีทฤษฎีหรือคำอธิบายสิ่งต่าง ๆ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นแนวคิดใหม่ ๆ โดยมีหลักการทางวิทยาศาสตร์หรือทฤษฎีอื่น ๆ ตลอดจนข้อมูลต่าง ๆ สนับสนุน ทฤษฎีหรือคำอธิบาย



.....

.....

.....

.....

.....

ออกแบบการทดลอง



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



การตั้งสมมติฐาน
หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้า ก่อนที่จะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกตความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานคำตอบ



ตัวแปรต้น

คือสิ่งที่ป็นสาเหตุที่ทำให้
เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เรา
ต้องการทดลองดูว่าเป็น
สาเหตุที่ก่อให้เกิดผล
เช่นนั้นจริงหรือไม่



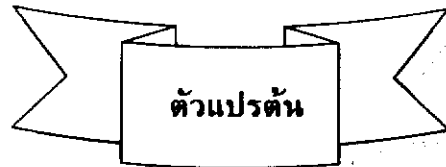
ตัวแปรตาม

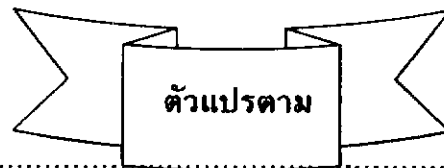
คือสิ่งที่ป็นผลเนื่องมาจาก
ตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้น
หรือสิ่งที่ป็นสาเหตุ
เปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือ
สิ่งที่ป็นผลจะเปลี่ยนตาม
ไปด้วย

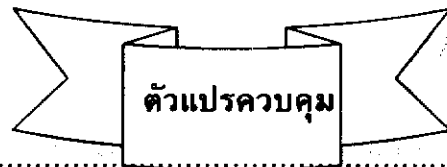


ตัวแปรที่ต้องควบคุม

คือสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจาก
ตัวแปรต้นที่มีผลต่อการ
ทดลองด้วย ซึ่งจะต้อง
ควบคุมให้เหมือน ๆ กัน
มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการ
ทดลองคลาดเคลื่อน







ใบความรู้ที่ 4 ทรัพยากรธรรมชาติ

ทรัพยากรธรรมชาติ (Natural Resource) หมายถึง สิ่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และมนุษย์สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ เพื่อสนองความต้องการอันก่อให้เกิดความกินดีอยู่ดี หรือมีผลต่อคุณภาพชีวิตมนุษย์ นักอนุรักษวิทยาแบ่งประเภทของทรัพยากรธรรมชาติเป็น 3 ประเภท คือ

1. ทรัพยากรธรรมชาติที่ไม่หมดสิ้น (Non-Exhausting Natural Resource) เป็นทรัพยากรที่มีความจำเป็นต่อชีวิตมนุษย์มาก เช่น น้ำ อากาศ ซึ่งมนุษย์ขาดไม่ได้

2. ทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้วหมดไป (Exhausting Natural Resource) เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความจำเป็นในแง่ของความสะดวกสบายของมนุษย์ ถ้าขาดก็ยังสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ เช่น แร่ธาตุ เชื้อเพลิง น้ำมัน เป็นต้น

3. ทรัพยากรธรรมชาติที่เกิดขึ้นมาทดแทนได้ (Renewable Natural Resource) เป็นทรัพยากรที่มนุษย์ใช้แล้วสามารถเกิดขึ้นใหม่ได้ เช่น ป่าไม้ สัตว์ป่า

1. ทรัพยากรดิน (Soil)

ดินหมายถึงวัตถุที่ทับถมปกคลุมเป็นชั้น ๆ อยู่บนส่วนใหญ่ของพื้นเปลือกโลก ประกอบด้วยอินทรีย์วัตถุและอนินทรีย์วัตถุต่าง ๆ ปะปนกันในสภาพของแข็ง ของเหลว และแก๊สผสมผสานกัน มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของพืช ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อมนุษย์และสัตว์อีกต่อหนึ่ง ดินมีลักษณะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศ ชนิดของเปลือกโลกที่ทำให้กำเนิดดิน

ดินเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา นักปฐพีวิทยากล่าวว่าความหนาของผิวดิน 1 เซนติเมตร ต้องใช้เวลาในการเกิดไม่ต่ำกว่า 100 ปี ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ประกอบด้วย

อินทรีย์วัตถุ ได้จากพวกแร่ธาตุของหินที่ผุพังย่อยสลายมีประมาณร้อยละ 45

อินทรีย์วัตถุ ได้จากซากพืชซากสัตว์ที่เน่าเปื่อยผุพังทับถมกันรวมอยู่ในดินประมาณร้อยละ 5

น้ำ จะแทรกอยู่ในช่องว่างของเม็ดดิน มีอยู่ประมาณร้อยละ 25

อากาศ จะแทรกอยู่ตามช่องว่างในระหว่างอนุภาคของเม็ดดิน ซึ่งประกอบด้วยแก๊สไนโตรเจน ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ มีรวมกันประมาณร้อยละ 25

2. น้ำ (Water)

น้ำ เป็นสารประกอบที่เกิดจากการรวมตัวของธาตุไฮโดรเจนและออกซิเจนในอัตราส่วน 2 : 1 โดยปริมาตร หรือ 1 : 8 โดยมวลมีสูตรทางเคมีเป็น H_2O น้ำมีความจำเป็นต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ดังนี้

ใช้เพื่อการอุปโภคบริโภค น้ำจืดที่สะอาดมีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตมาก โดยได้มาจากน้ำใต้ดินและน้ำผิวดิน

ใช้เพื่อชลประทาน เพื่อให้ได้พืชผลในการบริโภคของประชากรโลก

ใช้เพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้า เราใช้ประโยชน์จากน้ำที่ตกจากที่สูงมาผลิตพลังงานไฟฟ้า
เนื่องจากน้ำไม่ต้องซื้อหา ไม่มีวันหมดสิ้นและไม่เกิดมลพิษอีกด้วย

ใช้น้ำเพื่อการอุตสาหกรรม ใช้เป็นวัตถุดิบในโรงงานอุตสาหกรรมและใช้ชำระล้างโรงงาน

ใช้เพื่อการคมนาคมขนส่ง เพราะค่าใช้จ่ายในการขนส่งทางน้ำถูกกว่าทางอื่น

ใช้เป็นแหล่งผลิตอาหารเลี้ยงพลโลก ได้แก่ การประมง

เป็นแหล่งนันทนาการ เป็นสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ เช่น ล่องแพ น้ำตก สกีนํ้า ตกปลา ฯลฯ

3. ทรัพยากรแร่ธาตุ (Mineral)

แร่ธาตุ เป็นทรัพยากรที่ใช้แล้วหมดไป เป็นอนินทรีย์สารประเภทสารบริสุทธิ์ อาจจะอยู่รูป
ของธาตุหรือสารประกอบ ประเภทของแร่ประกอบไปด้วย

แร่โลหะ เป็นแร่ที่มีความสำคัญและมีค่ามาก แข็งและเหนียว ถูกความร้อนจะหลอมละลาย
ภายใต้ เป็นวัตถุดิบในการอุตสาหกรรม ได้แก่ พวกล็ก อะลูมิเนียม แมงกานีส โครเมียม ทองแดง
ตะกั่ว สังกะสี ทองคำ ฯลฯ

แร่โลหะ เป็นแร่ธาตุที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของโลก ใช้ในการก่อสร้าง ทำสารเคมี ทำ
ปุ๋ย ทำสี ได้แก่ ปูนขาว ยิปซัม กำมะถัน เกลือ แคลเซียมไนเตรด ดินเหนียว ฯลฯ

แร่เชื้อเพลิง เป็นแร่ธาตุที่ให้พลังงานความร้อนไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมและ
ชีวิตประจำวัน ได้แก่ ถ่านหิน น้ำมัน แก๊สธรรมชาติ

แร่กัมมันตภาพรังสี เป็นแร่ธาตุที่ให้พลังงานได้เช่นเดียวกับพวกเชื้อเพลิงและให้พลังงานสูง
กว่าเชื้อเพลิง ใช้ประโยชน์ทางด้านโรงไฟฟ้าพลังนิวเคลียร์ ได้แก่ ธาตุยูเรเนียม เรเดียม ทอเรียม
ลิเทียม ฯลฯ

4. ทรัพยากรป่าไม้ (Forest)

ป่าไม้ หมายถึง สังคมของสิ่งมีชีวิตซึ่งเป็นพืช ขึ้นอยู่บนพื้นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์
พอเพียงแก่การเจริญเติบโตของพืชเหล่านั้น ป่าไม้แต่ละแห่งจะมีความแตกต่างกันเนื่องจากปัจจัย
ทางธรรมชาติทำให้เกิดป่าไม้ชนิดต่าง ๆ แบ่งออกได้กว้าง ๆ คือ ป่าเขตร้อน ป่าเขตอบอุ่น เทือก
และได้ ป่าเขตหนาว

สำหรับประเทศไทยเป็นป่าเขตร้อน ซึ่งแบ่งป่าเขตร้อนได้ดังนี้

ป่าผลัดใบ ต้นไม้ส่วนใหญ่จะมีการผลัดใบในฤดูแล้ง เพราะขาดน้ำ แบ่งได้เป็น

- ป่าเบญจพรรณ หรือป่าผสมผลัดใบ เป็นป่าในที่ต่ำฝนตกปานกลางพันธุ์ไม้สำคัญได้แก่ ไม้
สัก ไม้แดง ไม้ประดู่ มะค่า ชิงชัน ตะแบก ยาง ไม้พวกฝัจะมีมาก

- ป่าเต็งรัง หรือป่าแดง หรือป่าแพะ หรือป่าโคก มักเกิดในที่ดินทรายหรือดินลูกรัง ต้นไม้ขึ้น
ห่าง ๆ มีความชื้นน้อย มักประสบปัญหาไฟป่าเป็นประจำพันธุ์ไม้ได้แก่ เต็ง รัง เหียง พลวง ฯลฯ

ป่าไม้ไม่ผลัดใบ มีต้นไม้ขึ้นเขียวชอุ่มตลอดปี เพราะมีปริมาณน้ำและความชื้นพอเพียง แบ่ง
ออกเป็น

- ป่าดิบชื้น พบบริเวณที่ฝนตกชุกตลอดปี พันธุ์ไม้สูงใหญ่ ได้แก่ พวกตะเคียน กระบาก ยางนา มะค่าโมง ไม้พื้นล่าง ได้แก่ พวกเถาวัลย์ หวาย เฟิร์น

- ป่าดิบแล้ง มีความชื้นน้อยกว่าป่าดงดิบ มีความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 500 เมตร พบทางลุ่มน้ำภาคกลาง พันธุ์ไม้ ได้แก่ ยางแดง ตะเคียนหิน

- ป่าดิบเขา อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 1,000 เมตร ไม้ที่พบมากในป่าประเภทนี้ ๑ ชได้แก่ พวกไม้ก่อ มะขามป้อมดง ยมหอม อบเชย พญาไม้ ฯลฯ

- ป่าสนเขา เป็นป่าที่อยู่ในที่สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 750 เมตร ขึ้นเป็นหย่อม ๆ ในภาคเหนือ พันธุ์ไม้ ได้แก่ สนสองใบ สนสามใบ

- ป่าชายเลน เป็นป่าที่เกิดขึ้นบริเวณชายทะเลที่มีน้ำท่วมถึง ดินเป็นโคลนเลน ปากแม่น้ำใหญ่ที่มีน้ำเค็มท่วมถึง ป่าชายเลนเป็นแหล่งอนุบาลของสัตว์ทะเลมากมาย

- ป่าพรุหรือป่าบึง เป็นป่าที่มีน้ำจืดท่วมขังนาน ๆ ดินระบายน้ำได้ดีมีซากใบไม้กักไม่ทับถมอยู่มากทำให้เกิดแก๊ส พบในภาคใต้ เช่น พรุโต๊ะแดง จังหวัดนราธิวาส พันธุ์ไม้ ได้แก่ ระกำ จิก อ้อ เสม็ด หวายน้ำ ฯลฯ

- ป่าชายหาด เป็นป่าโปร่งไม่ผลัดใบ อยู่ตามชายหาดทรายริมทะเลน้ำท่วมไม่ถึง ไม่ค่อยมีความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจ พันธุ์ไม้ ได้แก่ สนทะเล หูกวาง กระทิง โพธิทะเล ฯลฯ

5. ทรัพยากรสัตว์ป่า (Wild Life)

สัตว์ป่า หมายถึง สัตว์ทุกชนิดทั้งสัตว์บก สัตว์น้ำ สัตว์ปีก แมลง หรือแมง ซึ่งโดยสภาพธรรมชาติย่อมเกิดและดำรงชีวิตอยู่ในป่าหรือในน้ำ สัตว์ป่าแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

สัตว์ป่าสงวน เป็นพวกสัตว์หายาก หรือบางชนิดอาจสูญพันธุ์ไปแล้วปัจจุบันกำหนดไว้ 15 ชนิด นกเจ้าฟ้าหญิงสิรินธร แรด กระซู่ กูปรีหรือโคไพร ควายป่า ละอง ละมั่ง สมันหรือเนื้อสมัน เลียงผา กวางผา นกแต้วแล้วท้องดำ นกกระเรียน แมวลาย-หินอ่อน สมเสร็จ เก้งหม้อ พะยูงหรือหมูน้ำ

สัตว์ป่าคุ้มครอง เป็นสัตว์ที่หายากและมีแนวโน้มจะลดลงเรื่อย ๆ มีด้วยกัน 7 ประเภท ได้แก่

- สัตว์จำพวกเลี้ยงลูกด้วยนม 189 ชนิด
- สัตว์จำพวกนก 771 ชนิด
- สัตว์จำพวกเลื้อยคลาน 91 ชนิด
- สัตว์จำพวกสะเทินน้ำสะเทินบก 12 ชนิด
- สัตว์จำพวกปลา 4 ชนิด
- สัตว์จำพวกแมลง 13 ลำดับ
- สัตว์จำพวกไม่มีกระดูกสันหลัง 13 ลำดับ

สัตว์ป่าสงวนและสัตว์ป่าคุ้มครอง ห้ามมิให้ผู้ใดล่าหรือพยายามล่าหรือมีไว้ครอบครอง

6. ทรัพยากรสัตว์น้ำจืด

การประมงน้ำจืด หมายถึง การจับสัตว์น้ำตลอดจนการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในแหล่งน้ำจืด เช่น ห้วย หนอง คลอง บึง แม่น้ำลำธาร อ่างเก็บน้ำ ทะเลสาบ และบ่อเลี้ยง

ถ้าใช้ลักษณะของแหล่งน้ำเป็นเกณฑ์ สามารถแบ่งสัตว์น้ำจืดออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. ประเภทที่อยู่ในแหล่งน้ำที่ไหลเร็ว เช่น ลำธารและแม่น้ำเล็ก ๆ ปลาน้ำจืดในแหล่งน้ำนี้จะมีลักษณะว่ายน้ำได้เร็ว สามารถปรับตัวให้เกาะพื้นดิน หรือก้อนหินได้ ชอบน้ำเย็นที่มีอุณหภูมิสม่ำเสมอ ได้แก่ ปลาแค้ ปลาอีตุตุ และปลาเลียหิน



ปลาแค้ ขนาด 20 - 30 cm



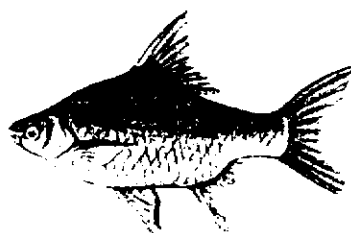
ปลาอีตุตุ ขนาด 20 - 26 cm



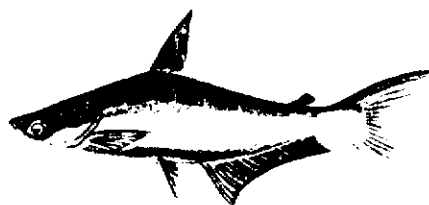
ปลาอีตุตุ ขนาด 6 - 15 cm

ภาพประกอบ 24 ปลาที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำที่ไหลเร็ว

2. ประเภทที่อยู่ในแม่น้ำใหญ่ น้ำขุ่น สัตว์น้ำจืดประเภทนี้ไม่จำเป็นต้องว่ายน้ำได้เร็ว แต่ต้องปรับตัวให้เข้ากับความเร็วของน้ำและการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำ ได้แก่ ปลาดตะเพียน ปลาสร้อย กุ้งก้ามกราม เป็นต้น



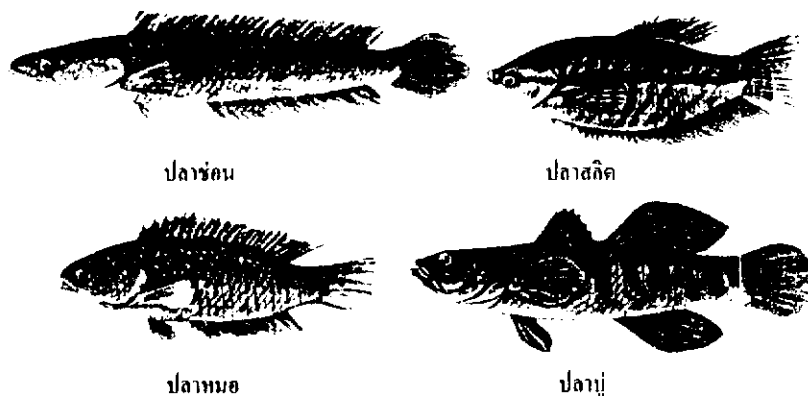
ปลาแค้



ปลาอีตุตุ

ภาพประกอบ 25 ปลาที่อาศัยอยู่ในแม่น้ำใหญ่ น้ำขุ่น

3. ประเภทอยู่ในแหล่งน้ำนิ่ง ได้แก่ หนอง บึง ทะเลสาบ อ่างเก็บน้ำ สระน้ำ สัตว์ที่อาศัยในแหล่งน้ำประเภทนี้ต้องเคลื่อนไหวช้า สามารถอยู่ในน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำ ได้แก่ ปลาช่อน ปลาดุก ปลาสลิด ปลานิล ปลาหมอ ปลาบู่ ตลอดจนพวกหอยสองฝา และหอยฝาเดียว

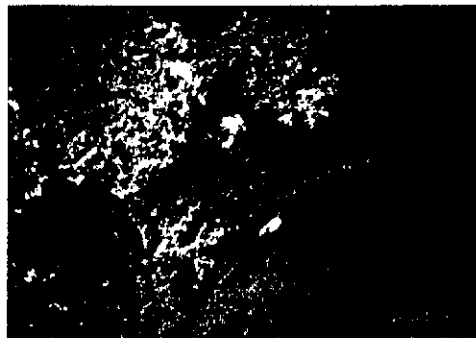
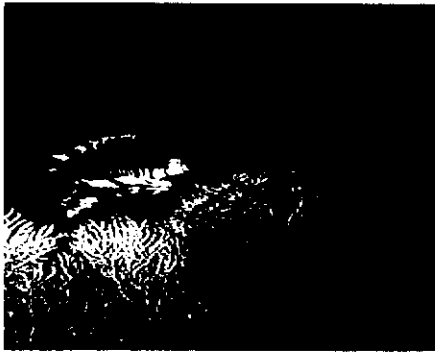


ภาพประกอบ 26 ปลาที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำนิ่ง

7. ทรัพยากรประมงน้ำเค็ม

การประมงน้ำเค็ม หมายถึง การจับสิ่งมีชีวิตในเขตน้ำเค็มมาใช้ประโยชน์ไม่ว่าจะเป็นบริเวณเขตน้ำตื้นใกล้ชายฝั่งหรือเขตทะเลลึก

ปะการัง เป็นสัตว์ทะเลขนาดเล็ก ๆ ชนิดหนึ่ง พวกเดียวกับไฮดราและแมงกะพรุน เป็นสัตว์จำพวกไม่มีกระดูกสันหลังอาศัยอยู่ในโครงสร้างหินปูน มีลักษณะการดำรงชีพ 2 แบบ คือ อยู่ตัวเดียว หรืออยู่รวมกันเป็นกลุ่ม ปะการังพวกที่เจริญเติบโตในน้ำลึกจะมีลักษณะเป็นก้อนขนาดเล็กไม่ใหญ่ ส่วนปะการังที่เจริญได้ดีจะอยู่ในเขตน้ำตื้นจนถึงน้ำลึก 50 เมตร มีการเจริญเติบโตแบบรวมเป็นกลุ่ม จะเกิดเป็นแนวปะการังขนาดใหญ่ ปะการังแต่ละตัวที่มารวมกัน จะสร้างโครงสร้างในรูปของหินปูนเป็นรูปร่างต่าง ๆ กัน แล้วแต่ละชนิดของปะการังนั้น ๆ การเจริญเติบโตของปะการังค่อนข้างช้ามาก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยสภาพแวดล้อม ที่สำคัญได้แก่ อุณหภูมิของน้ำ และแสงสว่าง โดยจะเจริญเติบโตได้ดีในบริเวณที่มีน้ำสะอาดสภาพท้องทะเลค่อนข้างแข็งหรือมีการเปลี่ยนแปลงน้อย ความเค็มของน้ำค่อนข้างสูง มีแสงสว่างมากพอควร อุณหภูมิที่เหมาะสมประมาณ 20 – 29 องศาเซลเซียส



ภาพประกอบ 27 ปะการังที่อยู่ในท้องทะเล

ป่าชายเลน คือป่าที่อยู่บริเวณชายฝั่งทะเลที่มีลักษณะเป็นโคลนตม และเป็นบริเวณที่เชื่อมต่อกับแม่น้ำลำธาร สำหรับแนวเขตที่เด่นชัดของป่าชายเลน ได้แก่

- โกงกาง ทั้งโกงกางใบเล็กและโกงกางใบใหญ่ จะขึ้นอยู่หนาแน่นบนพื้นที่ใกล้ฝั่งทะเล
- ไม้แสมและประสัก จะถัดจากแนวเขตของโกงกาง
- ไม้ตะบูน จะอยู่ลึกเข้าไปจากแนวเขตของไม้แสม และประสัก เป็นพื้นที่ที่ดินเลน แต่มักจะแข็ง ส่วนบนพื้นดินเลนที่ไม่แข็งมากนักและมีน้ำทะเลท่วมถึงเสมอจะไม่มีไม้โปรง รังกะแต้และผาด ขึ้นอยู่หนาแน่นมาก

- ไม้เสม็ด จะขึ้นอยู่ตามแนวเขตสุดท้าย ซึ่งเป็นพื้นที่เลนแข็งที่มีน้ำทะเลท่วมถึงเป็นครั้งคราวและแนวเขตนี้ถือว่าเป็นแนวติดต่อระหว่างป่าชายเลนกับป่าบก

- สำหรับพวกปรังจะพบทั่ว ๆ ไปในป่าชายเลน แต่จะขึ้นอย่างหนาแน่นในพื้นที่ถูกถาง
- สำหรับสัตว์ต่าง ๆ ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ป่าชายเลนจะมีชนิดและปริมาณที่แตกต่างกันทั้งนี้

ขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญ คือ ฤดูกาลวางไข่ กระแสน้ำ ระดับความเค็ม และระดับอุณหภูมิของน้ำทะเล สัตว์น้ำที่สำคัญที่มีอยู่ในพื้นที่ป่าชายเลน ได้แก่ กุ้งแชบ๊วย กุ้งกุลาดำ ปลากระบอก หอยแครง

ความสำคัญของป่าชายเลน

ป่าชายเลนมีความสำคัญมากขึ้นต่อชีวิตประชาชนและเศรษฐกิจของประเทศที่มีทรัพยากรประเภทนี้ สรุปได้ดังนี้

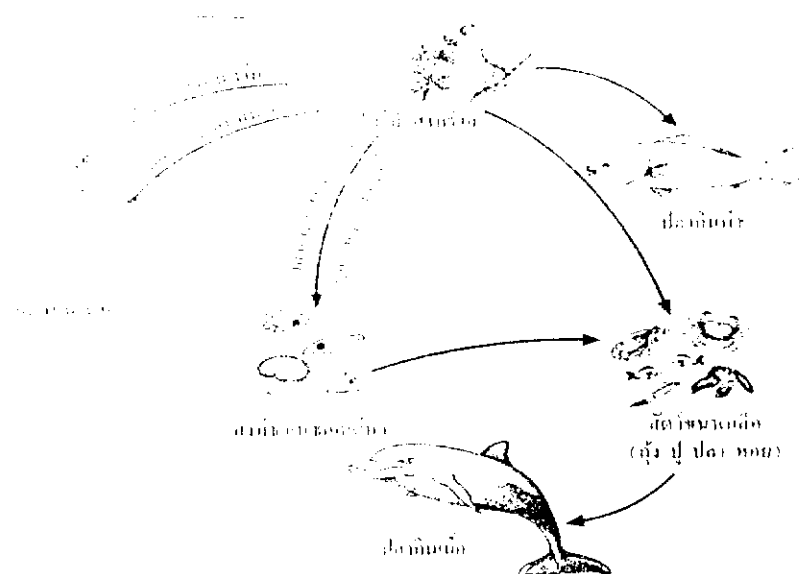
1. เป็นแหล่งขยายพันธุ์และอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ

2. เป็นแหล่งผลิตเชื้อเพลิง
3. ช่วยให้แผ่นดินงอกใหม่
4. รากพืชในป่าชายเลนช่วยกรองของเสียและสารพิษต่าง ๆ ที่ไหลมาจาก แผ่นดิน
5. เป็นแหล่งผลิตของผลิตภัณฑ์จากการกลั่น หรือสกัดเอาสารเคมีจากไม้ชนิดต่าง ๆ ในป่า
6. นำไปใช้ทำเสาเข็ม สร้างบ้าน และทำเฟอร์นิเจอร์
7. เป็นแหล่งสำคัญในด้านการประมง

สาเหตุสำคัญของการถูกทำลายป่าชายเลน คือ

1. มีการลักลอบตัดไม้เพื่อนำมาใช้ประโยชน์แล้วไม่มีการปลูกทดแทน
2. มีการบุกรุกถางป่าชายเลนที่อุดมสมบูรณ์เพื่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

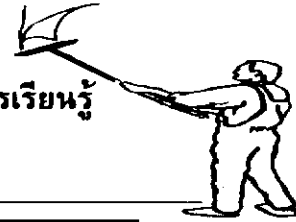
การประกาศเขตเศรษฐกิจจำเพาะ หมายถึง การขยายเขตประมงของประเทศที่มีอาณาเขตติดทะเลออกไปได้ถึง 200 ไมล์ทะเลจากชายฝั่ง (1 ไมล์ทะเล = 6,067 ฟุต หรือ = 1.82 กิโลเมตร)



ภาพประกอบ 28 แสดงสายใยอาหารของป่าชายเลน



กิจกรรมลองคิด ลองเขียน จากการเรียนรู้

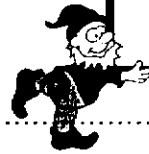


โครงการวิทยาศาสตร์

มี 4 ประเภท คือ

1. โครงการประเภทสำรวจ
2. โครงการประเภททดลอง
3. โครงการประเภทการประดิษฐ์
4. โครงการประเภทการสร้างทฤษฎี

ชื่อโครงการ



1. โครงการประเภท

สำรวจ เป็นการศึกษา

รวบรวมปัญหาจาก

ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

เพื่อศึกษาหาความรู้ที่มีอยู่

หรืออยู่ในธรรมชาติ โดยใช้

วิธีสำรวจและรวบรวมข้อมูล

แล้วนำข้อมูลที่ได้มาจัด

กระทำให้เป็นระบบระเบียบ

และสื่อความหมาย แล้ว

นำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ

เช่น ตาราง กราฟ แผนภูมิ

และคำอธิบายประกอบ

จะตั้งชื่อ

โครงการนี้

ยังไงนี้นะ

ช่วยคิด

หน่อย ครับ





ตัวแปรต้น

คือสิ่งที่ป็นสาเหตุที่ทำให้
เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เรา
ต้องการทดลองดูว่าเป็น
สาเหตุที่ก่อให้เกิดผล
เช่นนั้นจริงหรือไม่



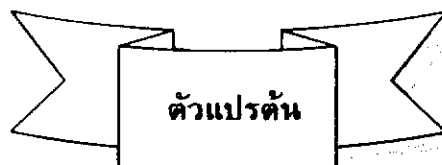
ตัวแปรตาม

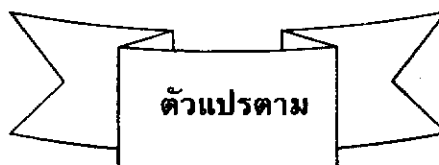
คือสิ่งที่ป็นผลเนื่องมาจาก
ตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้น
หรือสิ่งที่ป็นสาเหตุ
เปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือ
สิ่งที่ป็นผลจะเปลี่ยนตาม
ไปด้วย

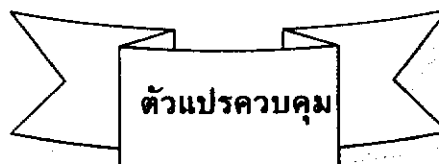


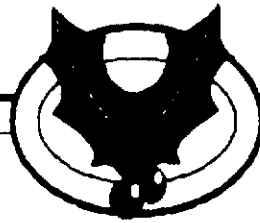
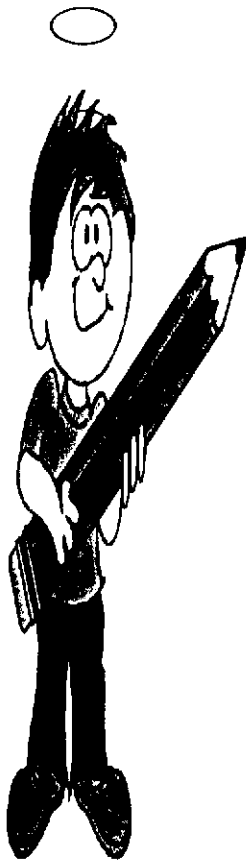
ตัวแปรที่ต้องควบคุม

คือสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจาก
ตัวแปรต้นที่มีผลต่อการ
ทดลองด้วย ซึ่งจะต้อง
ควบคุมให้เหมือน ๆ กัน
มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการ
ทดลองคลาดเคลื่อน









วิธีการทดลอง

A series of horizontal dotted lines for writing the experimental procedure.

ใบความรู้ที่ 5 การดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

วิธีการอนุรักษ์ต้นน้ำลำธาร

การอนุรักษ์ต้นน้ำลำธาร หมายถึง การใช้ การดูแลรักษาและปรับปรุงฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติในบริเวณพื้นที่ต้นน้ำลำธาร ที่สำคัญได้แก่ ป่าไม้ ดิน และน้ำ วิธีการอนุรักษ์ต้นน้ำลำธาร โดยทั่วไปประกอบด้วยการอนุรักษ์ป่าไม้รวมกับการอนุรักษ์ดินและน้ำ ด้วยวิธีการที่เหมาะสมต่าง ๆ ดังนี้

1. การอนุรักษ์ป่าไม้

1.1 บำรุงรักษาสภาพป่าไม้ของบริเวณพื้นที่ต้นน้ำลำธารให้มีความอุดมสมบูรณ์ตลอดไป

1.2 ปรับปรุงบูรณะสภาพพื้นที่ป่าไม้ ซึ่งถูกทำลายอย่างมีประสิทธิภาพและจริงจัง

1.3 ประชาสัมพันธ์ด้วยการให้การศึกษาแก่เยาวชนและประชาชน

2. การอนุรักษ์ดินและน้ำ

2.1 โดยการปลูกต้นไม้หรือพืชคลุมดิน

2.2 การปลูกพืชเป็นแนวตามเส้นชั้นระดับเดียวกันและตั้งฉากกับความลาดเทของพื้นที่

2.3 การปลูกพืชสลับเป็นแถว

2.4 การปลูกพืชหรือใช้วัสดุคลุมดินสำหรับพื้นที่บางแห่ง

2.5 การปลูกต้นไม้หรือพืชหลายอย่างในพื้นที่เดียวกัน

3. การอนุรักษ์ป่าชายเลน ได้แก่

3.1 การรักษาพื้นที่ป่าชายเลนที่มีรอยุ่ให้คงไว้

3.2 การเพิ่มพื้นที่ป่าชายเลน

3.3 การใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าชายเลนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น



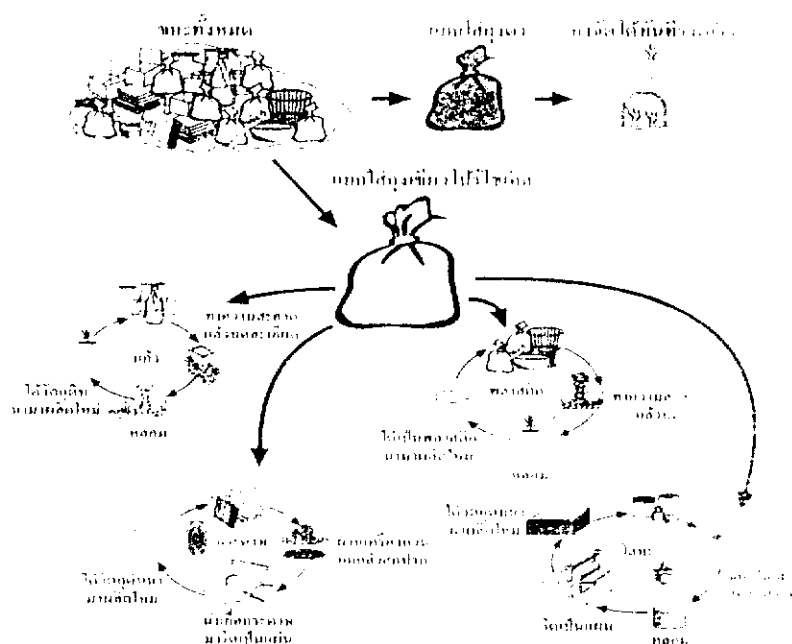
ภาพประกอบ 29 ป่าชายเลนที่พบทั่วไปตามชายฝั่งทะเล

การพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development)

การพัฒนาที่ยั่งยืน หมายถึง การพัฒนาที่มีการคำนึงถึงความเสี่ยงของสิ่งแวดล้อม มีการป้องกันปัญหาที่เกิดขึ้นแก่สิ่งแวดล้อม หรือถ้าจำเป็นจะต้องเกิดความเสี่ยง

การพัฒนาที่ยั่งยืนจะต้องมีการควบคุมปริมาณการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและการสร้างขยะ ซึ่งมีแนวทางในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของมนุษย์ โดย

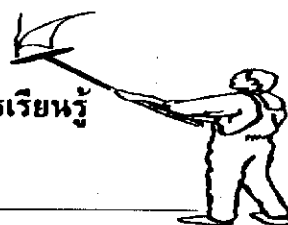
1. ลดปริมาณการใช้พลังงาน เพื่อสงวนทรัพยากรธรรมชาติ ประกอบด้วยการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ
2. รักษาทรัพยากรธรรมชาติ โดยปลูกจิตสำนึกให้ทุกคนเห็นคุณค่าเกิดความรักและหวงแหนแหล่งทรัพยากร
3. ลดปริมาณขยะ อาจทำได้หลายวิธี เช่น การลดการใช้ การใช้ซ้ำ และการนำกลับมาใช้ใหม่



ภาพประกอบ 30 การนำวัสดุที่ใช้แล้วมาผลิตใช้ใหม่



กิจกรรมลองคิด ลองเขียน จากการเรียนรู้



โครงการวิทยาศาสตร์

มี 4 ประเภท คือ

1. โครงการประเภทสำรวจ
2. โครงการประเภททดลอง
3. โครงการประเภทการประดิษฐ์
4. โครงการประเภทการสร้างทฤษฎี

ชื่อโครงการ



1. โครงการประเภท

สำรวจ เป็นการศึกษารวบรวมปัญหาจากธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเพื่อศึกษาหาความรู้ที่มีอยู่หรืออยู่ในธรรมชาติ โดยใช้วิธีสำรวจและรวบรวมข้อมูลแล้วนำข้อมูลที่ได้มาจัดกระทำให้เป็นระบบระเบียบและสื่อความหมาย แล้วนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ตาราง กราฟ แผนภูมิ และคำอธิบายประกอบ

จะตั้งชื่อ
โครงการนี้
ยังไงนั้น
ช่วยคิด
หน่อย ครับ



2. **โครงการประเภททดลอง** เป็นการศึกษาหาคำตอบของปัญหาใดปัญหาหนึ่ง โดยการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง
3. **โครงการประเภทการประดิษฐ์** เป็นการพัฒนา หรือการสร้างอุปกรณ์ หรือเครื่องมือเครื่องใช้เพื่อประโยชน์ใช้สอย โดยการประยุกต์ทฤษฎี หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการพัฒนา
4. **โครงการประเภทสร้างทฤษฎี** เป็นโครงการที่มีทฤษฎีหรือคำอธิบายสิ่งต่าง ๆ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นแนวคิดใหม่ ๆ โดยมีหลักการทางวิทยาศาสตร์หรือทฤษฎีอื่น ๆ ตลอดจนข้อมูลต่าง ๆ สนับสนุน ทฤษฎีหรือคำอธิบาย



.....

.....

.....

.....

.....

ออกแบบการทดลอง



การตั้งสมมติฐาน
หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้า ก่อนที่จะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกตความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานคำตอบ

สมมติฐาน

.....

.....

.....

.....

.....

.....



ตัวแปรต้น

คือสิ่งที่ป็นสาเหตุที่ทำให้
เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เรา
ต้องการทดลองดูว่าเป็น
สาเหตุที่ก่อให้เกิดผล
เช่นนั้นจริงหรือไม่



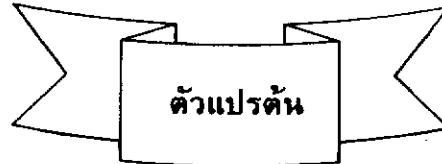
ตัวแปรตาม

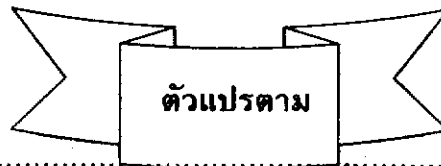
คือสิ่งที่ป็นผลเนื่องมาจาก
ตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้น
หรือสิ่งที่ป็นสาเหตุ
เปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือ
สิ่งที่ป็นผลจะเปลี่ยนตาม
ไปด้วย

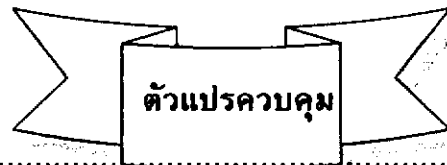


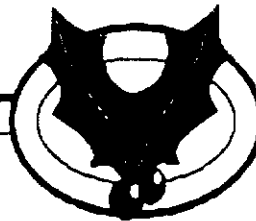
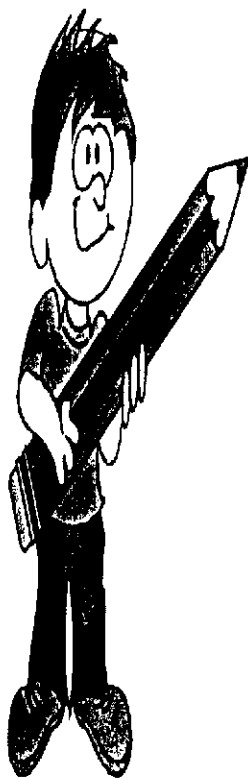
ตัวแปรที่ต้องควบคุม

คือสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจาก
ตัวแปรต้นที่มีผลต่อการ
ทดลองด้วย ซึ่งจะต้อง
ควบคุมให้เหมือน ๆ กัน
มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการ
ทดลองคลาดเคลื่อน









วิธีการทดลอง

[illegible]

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นายปรีวัติ สิงหาเวช
วันเดือนปีเกิด	20 มีนาคม 2517
สถานที่เกิด	อำเภอเบญจลักษ์ จังหวัดศรีสะเกษ
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	40 หมู่ 3 โรงเรียนวัดแสงดำ เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร 10150
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	อาจารย์ 1 ระดับ 4
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนวัดแสงดำ สำนักงานเขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร 10150
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2533	มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนทุ่งเทิงยิ่งวัฒนา อำเภอเดชอุดม จังหวัดอุบลราชธานี
พ.ศ. 2536	มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนกันทรลักษ์วิทยา อำเภอกันทรลักษ์ จังหวัดศรีสะเกษ
พ.ศ. 2541	คบ. (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) สถาบันราชภัฏสวนดุสิต กรุงเทพมหานคร
พ.ศ. 2548	กศ.ม. (เอกการมัธยมศึกษา) การสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ ที่ได้รับการสอนด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์

บทคัดย่อ

ของ

นายปรีวัติ สิงหาเวช

ร.๒ ก.ค. ๒๕๔๘

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา

เมษายน ๒๕๔๘

ปรีวัติ สิงหาเวช. (2548). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์. สารนิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. ชูติมา วัฒนศิริ.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 โรงเรียนวัดแสงดำ สำนักงานเขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน ดำเนินการโดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One-Group Pretest-Posttest Design และการวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test Dependent Sample

ผลการศึกษาพบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยโครงงานวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

A STUDY ON SCIENCE ACHIEVEMENT AND LOGICAL REASONING OF
MATHAYOMSUKSA II STUDENTS USING SCIENCE LEARNING PROJECT

AN ABSTRACT

BY

MR. PARIWAT SINGHAWET

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Education degree in Secondary Education
at Srinakharinwirot University
April 2005

Pariwat Singhawet. (2005). *A study on Science Achievement and Logical Reasoning of Mathayomsuksa II Students Using Science Learning Project*. Master Project, M.Ed. (Secondary Education). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University.
Advisor Committee : Assoc.Prof.Dr. Chutima Wattanakere.

The purpose of this research was to study of science achievement and logical reasoning of Mathayomsuksa II students using Science learning project.

The subjects were 30 mathayomsuksa II students of Watsamaedum School. Bangkhuntien, Bangkok, in the second semester of the 2004 academic year. The data was statistically analysed by using t-test dependent.

The results of this study revealed that.

1. The students' science achievement after learning was significantly higher than that of the pre-learning at the .01 level.

2. The students' logical reasoning after learning was significantly higher than that of the pre-learning at the .01 level.