

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

Science Instruction Management for Everyday Use

วนิดา ฉัตรวิราคม*

Wanida Chatwirakom*

E-mail: Chatwanida@hotmail.com

บทคัดย่อ

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวันควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและบูรณาการกับวิชาอื่น ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นความสัมพันธ์ของวิชาวิทยาศาสตร์และศาสตร์แขนงอื่น ๆ ว่ามีความเกี่ยวข้องกัน โดยผู้สอนอาจใช้การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่มากกว่า 1 แบบในการจัดการเรียนรู้ได้ เช่น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สามารถใช้กิจกรรมการเรียนรู้หลายแบบร่วมกันดังนี้ คือการบูรณาการ การออกแบบย้อนกลับ ปัญหา และโครงงาน เป็นต้น โดยพื้นฐานการจัดการกิจกรรมที่ดีซึ่งจะทำให้เรียนรู้ได้ง่ายขึ้นควรตั้งอยู่บนทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองของวิกิอทส์

คำสำคัญ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

Abstract

In regard to instruction in and the study of science for everyday use, student-centered learning activities should be emphasized. This pedagogical approach to science should also be integrated with other academic subjects, so that students will be able to see the interconnections between science and other subject areas. As such, it is well for teachers to use more than one set of learning activities or approaches in learning organization in teaching science. Learning activities pertaining to life and the environment, for example, can be taught through a variety of teaching approaches involving, for instance, integration, backward design, capitalizing on Gardner's model of multiple intelligences, variegated individual student projects, and so on. The basis for organizing activities should be grounded in the theory of the construction of cognitive meaning by virtue of which students learn through participation in activities facilitated by teachers, as propounded in the social cognition theoretical framework of Lev Vygotsky.

Key words Science Instruction Management

*อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง จ.กรุงเทพฯ

ส่วนนำ

ปัจจุบันการศึกษามีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว และมีการแข่งขันทางวิชาการสูงมากเรียกได้ว่าเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Learning – based society) ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในวงการการศึกษาอย่างมากมายทั้งหลักสูตร วิธีการจัดการเรียนรู้ และการประเมินผลเพื่อให้เป็นไปในลักษณะของการพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนให้เกิดความรู้ความสามารถในการดำรงชีวิตในสังคมได้อย่างมีคุณภาพ และสามารถอยู่ในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงได้โดยสามารถปรับและพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่องแม้ไม่ได้อยู่ในสถานศึกษา ทั้งนี้เพราะการ ศึกษาในปัจจุบันมีแหล่งเรียนรู้ที่กว้างขวางไม่จำกัดในห้องเรียนหรือสถานศึกษาเท่านั้น แต่สามารถอาศัยเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าช่วยในการสืบค้นข้อมูลดังจะเห็นได้จากปัญหาหาอุทกภัยในปีที่ผ่านมาในโลกสังคมออนไลน์ได้ระบุนิเวศกับปัญหาไว้อย่างหลากหลายวิธีให้บุคคลทั่วไปได้ศึกษาและนำไปใช้ในการแก้ปัญหา เช่น การใช้ฟิสิกส์ช่วยหารถยนต์ลื่นน้ำเพื่อป้องกันไม่ให้รถยนต์จมน้ำ การแก้ปัญหาห้องน้ำห้องส้วมขณะที่เกิดอุทกภัย ฯลฯ เป็นต้น ปัญหาเหล่านี้สามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ช่วยในการแก้ปัญหาได้ และถ้ามีการฝึกฝนให้ผู้เรียนหรือเยาวชนได้สังเกตเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ รอบตัวที่พบในชีวิตประจำวันจะทำให้ผู้เรียนหรือเยาวชนเหล่านี้มีความรู้ความชำนาญจนสามารถนำไปใช้ได้จริงเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน ด้วยวัยที่สดใส แข็งแรงของเยาวชนจะทำให้สังคมมีกำลังและศักยภาพในการทำงานหรือแก้ปัญหาได้มากขึ้น ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนโดยเฉพาะการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญอย่างมากต่อสังคม เพราะวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวและมีใช้ในชีวิตประจำวันของคนทุกคน การนำความรู้วิทยาศาสตร์มาใช้จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจและเห็นความหมายของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มากขึ้นและการเรียนรู้จะมีความหมาย

(Meaningful learning) มากขึ้นตามที่อซูเบล (ชัยวัฒน์สุทธิรัตน์, 2552:28) กล่าวไว้ว่าการเรียนที่ผู้เรียนได้รับมาจากการที่ผู้สอนอธิบายสิ่งที่จะต้องเรียนรู้ให้ทราบ และผู้เรียนรับฟังด้วยความเข้าใจ โดยผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรียนรู้กับโครงสร้างพุทธิปัญญาที่ได้เก็บไว้ในความทรงจำและจะสามารถนำมาใช้ในอนาคต การสร้างความเชื่อมโยงระหว่างความรู้ที่มีมาก่อนกับข้อมูลใหม่หรือ ความคิดรวบยอดใหม่ที่จะต้องเรียน จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายที่ไม่ต้องท่องจำ จากการพัฒนาหลักสูตรแกนกลางเพื่อการศึกษาขั้นพื้นฐานให้มีคุณภาพด้านความรู้ และทักษะที่จำเป็นเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ในการดำรงชีวิตในสังคมอย่างเหมาะสมและเป็นที่ต้องการของสังคมในการพัฒนาประเทศผู้สอนจึงควรให้ความสำคัญกับจุดมุ่งหมาย และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนด้วย เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนเป็นไปในทิศทางเดียวกับความต้องการของสังคมดังรายละเอียดของจุดมุ่งหมายของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานต่อไปนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552:5)

1. มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
2. มีความรู้อันเป็นสากลและมีความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต
3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย
4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลเมืองโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์เป็นประมุข
5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม

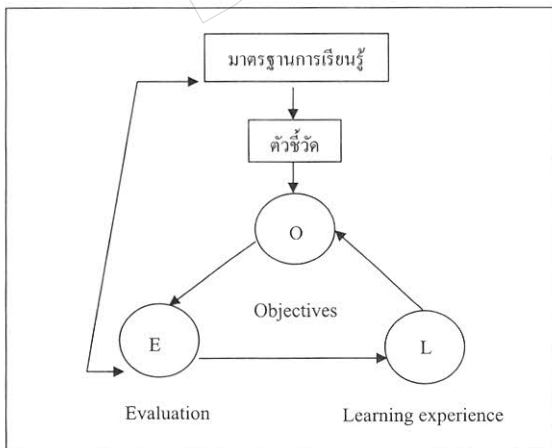
มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

จากจุดมุ่งหมายข้างต้นจะเห็นได้ว่าจุดมุ่งหมายที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์โดยตรงคือจุดมุ่งหมายข้อที่ 2 ส่วนข้ออื่นๆจะเป็นการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้อย่างเป็นรูปธรรม เช่น การยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง การมีสุขภาพกายดี การเป็นพลเมืองไทยและการเป็นพลเมืองโลก ตลอดจนการมีจิตสำนึกในการอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในลักษณะของการบูรณาการองค์ความรู้เข้ากับศาสตร์สาขาอื่นๆ แล้วประยุกต์ใช้เป็นรูปธรรมจุดมุ่งหมายนี้สำคัญกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนวิทยาศาสตร์มากเพราะความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่สามารถนำไปใช้ในชีวิตรประจำวันได้ทุกวัน ถ้าผู้เรียนรู้จักใช้สิ่งที่มีในชีวิตประจำวันเช่น น้ำ อย่างคุ้มค่าจะช่วยลดรายจ่ายค่าน้ำให้ครอบครัวได้ ถ้าผู้เรียนกินอาหารครบทุกหมู่เพราะมีความรู้ความเข้าใจถึงสารอาหารแต่ละประเภทจะทำให้ผู้เรียนมีสุขภาพที่ดี การที่ผู้เรียนสามารถอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อมรอบตัวได้จะทำให้ผู้เรียนอยู่ในสังคมได้อย่างดีและมีความสุข เหล่านี้เป็นต้น ส่วนตัวความรู้วิทยาศาสตร์ที่อยู่ในจุดมุ่งหมายข้อที่ 2 ผู้สอนควรพิจารณาจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยศึกษาสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนควบคู่ไปด้วยซึ่งหลักสูตรนี้ได้กำหนดสมรรถนะไว้ 5 ประการ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552:6-7) คือความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิตและความสามารถในการใช้เทคโนโลยี การจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะทำให้ผู้เรียนได้สมรรถนะครบทุกประการหรือได้มากที่สุดจะต้องประกอบ ด้วยการสอนหลายวิธีและควรได้รับความร่วมมือจากทุกฝ่ายทั้งผู้ปกครอง ผู้สอนและตัวผู้เรียนเองเพื่อให้การเรียนการสอนสัมฤทธิ์ผลตามศักยภาพของผู้เรียน

ส่วนเนื้อหา

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปใช้ในชีวิตรประจำวันควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Child – centered Instruction) และเนื่องจากการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตรประจำวันจึงนำวิชาวิทยาศาสตร์ไปบูรณาการ (Integration) กับวิชาอื่นๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นความสัมพันธ์ของวิชาวิทยาศาสตร์และศาสตร์แขนงอื่น ๆ ว่ามีความเกี่ยวข้องกันทั้งทางตรงและทางอ้อม ในการดำเนินการเพื่อบูรณาการนี้จะใช้การบูรณาการแบบสอดแทรก (Infusion) เพื่อสะดวกแก่ตัวผู้สอนในการวางแผนการสอนได้อย่างอิสระเพียงแต่แทรกเนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นๆ เข้าในการสอนของตนเท่านั้น หัวข้อที่ใช้ในการสอนได้แก่การกำจัดขยะซึ่งเป็นสาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม มีมาตรฐาน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552:108) ดังนี้ เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน ตัวชี้วัดที่สอดคล้องกับหัวข้อนี้มี 3 ตัวชี้วัดคือ 1) วิเคราะห์สภาพปัญหาสิ่งแวดล้อมทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่นและเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา 2) อภิปรายปัญหาสิ่งแวดล้อมและเสนอแนะแนวทางการแก้ปัญหา 3) อภิปรายและมีส่วนร่วมในการดูแลและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน การจัดการเรียนการสอนควรจัดให้มีกระบวนการคิดควบคู่กับกระบวนการทางสังคมเพื่อให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรและได้ความรู้ที่ครบถ้วนจึงวางแผนการประเมินผลการเรียนรู้ไว้ 3 ด้านคือ ความรู้ (Knowledge Assessment ; K) ทักษะ/กระบวนการ/กระบวนการคิด (Performance Assessment ; P) และ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Authentic Assessment ; A) โดยด้านความรู้มีกิจกรรมให้ทำร่วมกันการสืบค้นประเภทของขยะและ

แหล่งกำเนิดของขยะ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนได้เห็นปัญหาที่หลากหลายในสังคมที่ตนเองอยู่อาศัยและประเมินค่าสิ่งที่สืบค้นได้อย่างเหมาะสม ด้านทักษะ/กระบวนการ/กระบวนการคิดมีกิจกรรมให้ร่วมกันคัดแยกขยะและกำจัดขยะ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์พื้นฐานในเรื่องของการสังเกต การจำแนก และอื่นๆตลอดจนมีจิตสาธารณะ และจิตอาสาในการช่วยกันดูแลชุมชน ส่วนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์มีกิจกรรมให้ร่วมกันรณรงค์ให้เกิดการใช้ประโยชน์จากขยะมูลฝอยและช่วยกันลดปริมาณขยะในโรงเรียนอันเป็นการปลูกฝังลักษณะนิสัยที่ดีงาม ทำให้ผู้เรียนเกิดความเคยชินและนำความรู้ไปใช้ต่อบ้านและชุมชนเช่นกลับไปแยกขยะประเภทต่างๆก่อนนำไปทิ้งที่ถังขยะ เป็นต้นกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวอาศัยการออกแบบย้อนกลับ (Backward Design) โดยมีการกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดวัตถุประสงค์ (O) กำหนดการประเมินผล (E) และจัดประสบการณ์การเรียนรู้ (L) ดังผังการออกแบบย้อนกลับของ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2553) ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ของตัวชี้วัดที่จะนำไปสู่การกำหนดการประเมินผล เพื่อให้ผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกันทำให้เกิดองค์ความรู้ตรงตามที่ปรากฏในมาตรฐานการเรียนรู้ดังรูป

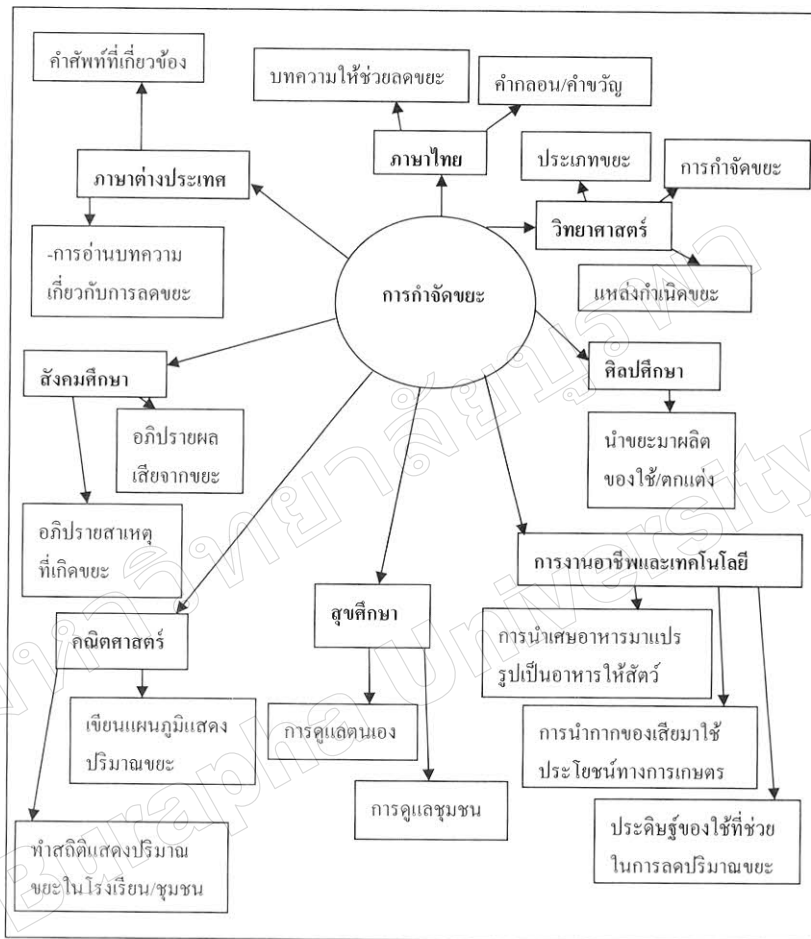


รูปที่ 1: ผังการออกแบบย้อนกลับ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์,2553:202)

การเรียนรู้เรื่องการจัดขยะสามารถบูรณาการความรู้ ความคิด การปฏิบัติและคุณธรรมจริยธรรม โดยในส่วนของความรู้สามารถนำความรู้วิทยาศาสตร์มาบูรณาการเข้ากับสาระอื่นๆ ได้ทุกสาระได้แก่ภาษาไทย คณิตศาสตร์ สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม สุขศึกษาและพลศึกษา ศิลปะศึกษา การงานอาชีพและเทคโนโลยี และภาษาต่างประเทศ ส่วนความคิดเมื่อบูรณาการเข้ากับภาษาไทย ภาษาต่างประเทศจะได้ในส่วนของการสื่อสาร ไม่ว่าจะเป็นการเขียนคำขวัญ การเขียนบทความรณรงค์ให้ช่วยกันลดปริมาณขยะ ฯลฯ เป็นต้น การปฏิบัตินอกจากจะได้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการกำจัดขยะแล้วเมื่อบูรณาการกับ สุขศึกษาจะทำให้ผู้เรียนรู้จักดูแลตนเองให้มีสุขอนามัยที่ดีเมื่อทำการคัดแยกหรือกำจัดขยะ ในส่วนของ ศิลปะศึกษาและการงานอาชีพจะทำให้ผู้เรียนประยุกต์ ดัดแปลงขยะให้เกิดประโยชน์เหมาะแก่การใช้งาน เช่น การทำกระถางต้นไม้จากขวดพลาสติก การทำโคมไฟจากขวดพลาสติก การนำเศษอาหารมาแปรรูปเป็นอาหารสัตว์ การนำกากอาหารไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร ฯลฯ เป็นต้น ในส่วนของสังคมศึกษาจะเป็นการปลูกจิตสำนึกให้รู้จักรณรงค์ให้คนในชุมชนใกล้เคียงเห็นความสำคัญของการคัดแยกขยะและช่วยกันดูแลชุมชนให้สะอาด โดยใช้ความรู้คณิตศาสตร์ช่วยในการจัดการขยะในลักษณะของการทำธนาคารขยะ หรือทำสถิติในการช่วยลดปริมาณขยะให้คนชุมชนและสังคมเห็นเป็นรูปธรรม ลักษณะของการบูรณาการนอกจากจะเป็นการเชื่อมโยงความรู้ของผู้เรียนแล้วยังเป็นการสร้างปฏิสัมพันธ์ให้ผู้เรียนกับคนในครอบครัวและชุมชน ในขณะที่ทำการสำรวจตรวจสอบข้อมูลเพื่อนำมาประกอบการเรียนรู้ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของลอรีและคณะ (Lori et al.,2010:196) ที่ว่าชุมชนและโรงเรียนเป็นต้นทุนความรู้ทั้งนี้เพราะความรู้และภูมิหลังที่แตกต่างของผู้เรียนจะเป็นสิ่งสำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผู้สอนควรดึงความสามารถที่แตกต่าง

ของผู้เรียนแต่ละคนออกมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการเรียนรู้เพื่อเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้และเป็นที่ยอมรับของเพื่อน ๆ ใน

ห้องจากการบูรณาการความรู้เข้ากับศาสตร์สาขาต่าง ๆ และสามารถเขียนเป็นผังโน้ตส์การผสานเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์เข้ากับศาสตร์สาขาอื่น ๆ ได้ดังนี้



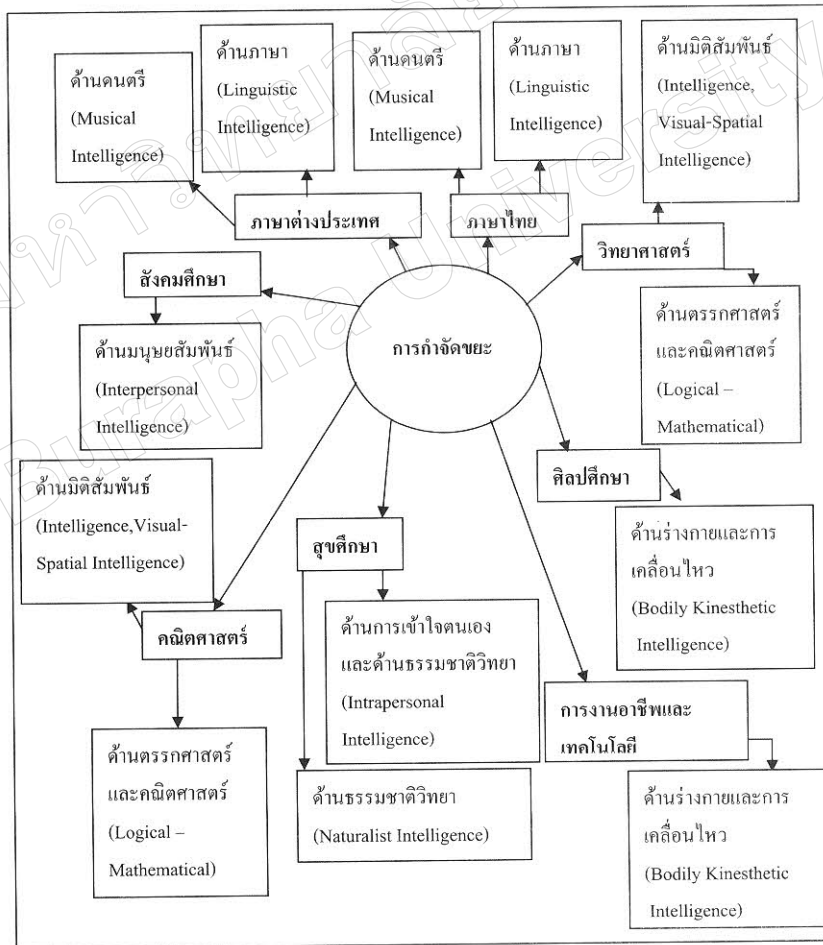
รูปที่ 2: ผังโน้ตส์การผสานเนื้อหาวิทยาศาสตร์เข้ากับศาสตร์สาขาอื่น ๆ

จากการบูรณาการข้างต้นจะเห็นได้ว่าในหัวข้อการเรียนรู้หนึ่งหัวข้อสามารถพัฒนาการเรียนรู้ได้หลายด้านและถ้าพิจารณาที่คุณภาพผู้เรียนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะทำให้ผู้สอนต้องบูรณาการการเรียนการสอน (Instructional Integration) ร่วมด้วย ตัวอย่างการบูรณาการเรียนการสอนในหัวข้อนี้เช่นผู้สอนทำการบูรณาการเรียนวิทยาศาสตร์เข้ากับการสอนคณิตศาสตร์ และภาษาไทยผู้สอนสามารถปรึกษาและกำหนดตัวชี้วัดร่วมกันทั้ง 8 วิชาได้เช่นให้ผู้เรียน

มีความสามารถในการจำแนกประเภทของขยะและลดปริมาณขยะในระยะเวลา 4 สัปดาห์ ลักษณะเช่นนี้สามารถบูรณาการเนื้อหาสอนเข้ากับวิชาคณิตศาสตร์ในส่วนของการทำสถิติ เช่นจำบันทึกและทำสถิติขยะในแต่ละสัปดาห์ การบูรณาการเนื้อหาวิทยาศาสตร์สามารถทำในส่วนของการคัดแยกขยะแต่ละประเภท พร้อมวิธีการกำจัดที่เหมาะสม ส่วนวิชาภาษาไทยและภาษาอังกฤษจะเป็นการแนะนำการเขียนบทความ คำขวัญเพื่อปลุกจิตสำนึกในการรณรงค์เรื่องความสะอาดเป็นต้น วิชา

สังคมศึกษาจะบูรณาการเข้ากับเนื้อหาการสอนหน้าที่ของพลเมืองในสังคม และร่วมกันอภิปรายถึงผลเสียที่เกิดจากปริมาณขยะ วิชาสุขศึกษาจะบูรณาการเข้ากับเนื้อหาที่เกี่ยวกับการดูแลตนเองและชุมชนที่อยู่อาศัยให้ถูกสุขลักษณะ วิชาการงานอาชีพจะเป็นการบูรณาการเข้ากับเนื้อหาที่เกี่ยวกับอาหารและสิ่งประดิษฐ์เพื่อฝึกฝนให้ผู้เรียนรู้วิธีเก็บถนอมอาหารและ/หรือแปรรูปอาหารให้เกิดประโยชน์สูงสุด ส่วนวิชาศิลปศึกษาจะบูรณาการเข้ากับการสอนให้ทำวัสดุตกแต่งบ้านหรืออาคารสถานที่โดยใช้วัสดุที่เหลือใช้ เป็นต้น โดยผู้สอนจะต้องประชุมผู้สอนวิชาอื่นๆ เพื่อให้จัดกิจกรรมการ

เรียนรู้ไปในทิศทางเดียวกันกับหัวเรื่องที่ต้องการสอน และกำหนดตัวชี้วัด การประเมินผล และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เป็นไปในทิศทางเดียวกันเพื่อให้การสอนอยู่ในกรอบที่ต้องการภายในเวลาที่กำหนด นั่นคือผู้สอนจะต้องใช้วิธีการสอนหลายๆ วิธี และกิจกรรมหลายๆ กิจกรรมประกอบการเรียนรู้ ก่อให้เกิดการพัฒนาทางพหุปัญญา (Multiple Intelligences) ตามที่การ์ดเนอร์เสนอไว้ เมื่อพิจารณาจากรูปที่ 2 สามารถชี้ให้เห็นถึงการพัฒนาการทางสติปัญญาที่การ์ดเนอร์ (Gardner, 2005) เสนอไว้ได้ครบถ้วนดังนี้



รูปที่ 3: ผังมโนทัศน์แสดงพัฒนาการทางสติปัญญา

พัฒนาการดังกล่าวอาจยังไม่เห็นเป็นรูปธรรม จนกระทั่งผู้สอนได้กำหนดเกณฑ์การประเมินผลตาม ตัวชี้วัดและคุณภาพผู้เรียน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552:96-97) ดังนี้คือ สื่อสารความคิดความรู้จาก ผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน (เป็น ทักษะด้านภาษาและ/หรือด้านดนตรี) จัดแสดงหรือใช้ เทคโนโลยีสารสนเทศ (เป็นด้านมนุษยสัมพันธ์ และมิติสัมพันธ์) ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (เป็นด้านตรรกศาสตร์) และเทคโนโลยีในการดำรง ชีวิต(เป็นด้านการเข้าใจตนเองและธรรมชาติวิทยา) การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการ หรือสร้าง ชิ้นงานตามความสนใจ (เป็นด้านการเคลื่อนไหว ร่างกาย) แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรม เกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า มีส่วนร่วมในการพิทักษ์ ดูแล ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น (เป็น ด้านการเข้าใจตนเองและธรรมชาติวิทยา) การนำ ตัวชี้วัดและคุณภาพผู้เรียนมาประกอบการพิจารณา และประเมินผลจะทำให้ผู้สอนเลือกการประเมินผล ที่หลากหลายรูปแบบมากขึ้น หรือเรียกได้ว่าเป็นการ ประเมินตามสภาพจริง (Authentic Assessment) จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่หลากหลายโดยมีการออกแบบแบบย้อนกลับ เพื่อให้เห็นว่าควรกำหนดตัวชี้วัด การประเมินผล และประสบการณ์การเรียนรู้แบบใดทำให้มีกรอบแนวคิด ในการนำเสนอกิจกรรมการเรียนรู้สู่ผู้สอนสาขาวิชา

อื่นอันนำไปสู่การบูรณาการการสอนที่หลากหลายวิชา (สามารถบูรณาการการสอนได้ตั้งแต่ 2 วิชาขึ้นไป) เพื่อให้การสอนในเนื้อหาดังกล่าวเกิดปัญญาใน หลาย ๆ ด้านหรือที่เรียกว่าพหุปัญญา ซึ่งจะให้ผู้สอน สามารถวัดและประเมินผลการเรียนรู้ได้หลายหลายวิธี ทั้งด้านความรู้ (K;Knowledge) ทักษะ/กระบวนการ/ กระบวนการคิด (P;Process) และ คุณลักษณะอันพึง ประสงค์ (A;Attitude) ดังที่กำหนดรอบไว้ในการ ออกแบบแบบย้อนกลับ ทำให้การเรียนรู้เกี่ยวกับขยะ ซึ่งเป็นสิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวันทุกวันเป็นการ เรียนรู้ที่มีความหมาย และสามารถใช้ในชีวิตประจำวัน ได้อย่างแท้จริง เมื่อแจกแจงรายละเอียดของคุณภาพ ผู้เรียนจะพบว่าผู้สอนจะต้องรวบรวมข้อมูลการทำงาน ของผู้เรียนทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ลักษณะ ของข้อมูลเชิงปริมาณเช่นการพิจารณาจากชิ้นงาน หรือโครงการที่ผู้สอนควรกำหนดให้มีการทำทั้งในวิชา วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและศิลปศึกษา เพื่อจะได้มีหลักฐานเชิงประจักษ์ไว้แสดงผลการเรียนรู้ ของผู้เรียน นอกจากนี้ยังแฝงไว้ด้วยทักษะการคิด ซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายสำคัญของการเรียนรู้ด้วยจากการ รวบรวมผลงานที่เป็นรูปธรรมขอให้ผู้สอนระมัดระวัง สิ่งที่ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยเพราะการประดิษฐ์ชิ้นงาน ในวิชาการงานอาชีพและศิลปศึกษาอาจมีผลต่อระดับ ความคิดไม่เหมือนกันดังตารางเปรียบเทียบลักษณะ ของโครงการประเภทสิ่งประดิษฐ์ และงานประดิษฐ์ของ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2553)

ตารางที่ 1: การเปรียบเทียบลักษณะระหว่างโครงการประเภทสิ่งประดิษฐ์และงานประดิษฐ์
(พิมพ์นัธ เดชะคุปต์, 2553:32)

รายการ	โครงการประเภทสิ่งประดิษฐ์	งานประดิษฐ์
วิธีดำเนินงาน	1.วิธีการทางวิทยาศาสตร์ 2.มีการทดลองเชิงพัฒนาเป็นระยะๆ	ทำตามแบบหรือตามวิธีการที่กำหนดไว้แล้ว
ผลผลิต	สิ่งประดิษฐ์ใหม่ ผลงานใหม่ และองค์ความรู้ใหม่	งานประดิษฐ์ตามแบบ
บทบาทผู้สอน	แนะนำให้คำปรึกษา	สอนโดยตรง/บอกโดยตรง
บทบาทผู้เรียน	สร้างเอง	ทำตามแบบที่กำหนด
พัฒนาทักษะการคิด	ทักษะการคิดสังเคราะห์, ทักษะการประเมิน, ทักษะการวิจัย, ทักษะการคิดริเริ่ม	การนำความรู้ไปใช้(นำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่)

จากตารางข้างต้นจึงไม่สามารถนำงานประดิษฐ์ที่ทำในวิชาการงานอาชีพมาพิจารณาให้คะแนนในวิชาวิทยาศาสตร์ เพราะวิธีการทำงานและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะไม่ครบถ้วน การทำโครงการวิทยาศาสตร์ในขั้นตอนของดำเนินงานจะต้องมีวิธีการทางวิทยาศาสตร์และมีการพัฒนาเป็นระยะๆ โดยงานที่ทำขั้นนั้นจะต้องได้องค์ความรู้ใหม่ๆ หรือสิ่งใหม่ๆ เกิดขึ้นอันจะนำไปสู่การพัฒนาทักษะการคิดที่หลากหลาย เช่นการคิดสังเคราะห์ คิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นต้น แต่ชิ้นงานจากวิชาการงานอาชีพยังคงมีคุณค่าทั้งต่อตัวผู้เรียนและแม้แต่คนในชุมชนเพราะการที่ผู้เรียนประดิษฐ์และทำตามแบบทั้งแบบดั้งเดิมและแบบที่ทำกันในครัวเรือนของผู้เรียนเองก็ตามจะเป็นการสะท้อนถึงสังคมและวัฒนธรรมของผู้เรียนตามที่วิวและคณะ (Viv, et al., 2010:4) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับสังคมและวัฒนธรรม การศึกษาการสอนและการพัฒนาการสอนของผู้สอนไว้ว่าการมีความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีและวิธีการ สามารถนำไปสู่การประเมินผลที่มาจากสังคมและวัฒนธรรมได้โดยจะเกิดเป็นการศึกษาเรียนรู้ ออกแบบความรู้ในการแก้ไขปัญหา นั่นคือจากความรู้ที่ผ่านการถ่ายทอดจากรุ่นสู่รุ่นสามารถเป็นฐานความรู้ให้คนรุ่นใหม่ต่อยอดความรู้ให้เจริญงอกงามได้ตามกาลเวลา ดังนั้นการทำงานของผู้เรียนทุกชั้นจึงไม่ใช่เพียงแค่หลักฐานเชิงประจักษ์ในการเก็บคะแนนเท่านั้นแต่จะเป็นการส่งเสริมประสบการณ์ในการเรียนรู้ของผู้เรียนเพื่อให้ความรู้ของผู้เรียนตกผลึกและสามารถสร้างสรรค์ชิ้นงานใหม่ๆ ที่เหมาะสมกับชุมชนและวัฒนธรรมที่ตนเองอยู่อาศัย ทั้งนี้เพราะไม่มีใครมีความรู้ในการแก้ปัญหาของชุมชนได้ดีเท่าคนในชุมชนหรือคนในพื้นที่นั้นๆเอง จึงอยากให้ผู้สอนให้ความสำคัญกับรายละเอียดของการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วย ถ้าต้องการให้การเรียนการสอนสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ ผู้สอนจะต้องทำทนายผู้เรียนให้ได้แสดงศักยภาพให้เต็มที่ตามที่แอนนี่ (Anne, 2010:72) ได้เสนอว่า สิ่งสำคัญของสังคมแห่งการเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์ควรจะตระหนักถึงการบริหารจัดการผู้เรียนโดยทำทนายผู้เรียนให้แสดงความสามารถ แอนนี่แสดงความคิดเห็นว่าวีก็อทสกี (Vygotsky, 1978) จะเน้นที่บทบาทของผู้สอน โดยให้ผู้สอนทำหน้าที่เป็นสื่อกลางในการประสานกับสังคมหรือชุมชน นั่นคือการเรียนรู้ที่เกิดในสถานศึกษาถ้าทำได้เป็นผลดีหรือผลสำเร็จควรมานำมาใช้กับคนในชุมชนด้วย ผู้สอนสามารถเป็นสื่อในการประสานโดยตรงหรือแม้แต่บริหารจัดการให้ผู้เรียนช่วยในการเผยแพร่ความรู้สู่ชุมชนก็ได้ โดยจัดกิจกรรม

ให้ผู้เรียนและชุมชนมีโอกาสได้พบและเกิดปฏิสัมพันธ์กัน ดังนั้นการให้งานที่มีความสัมพันธ์กับชุมชนย่อมมีความหมายและคุณค่า ผู้สอนที่เป็นครูวิทยาศาสตร์จึงไม่ควรกังวลเกี่ยวกับการให้ผู้เรียนทำงานในลักษณะที่เป็นการสำรวจมากนัก เพราะถ้ามีการจัดกิจกรรมให้อยู่ในรูปของโครงการจะเกิดกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ตามมาด้วยเสมอแม้มีระดับการเรียนรู้ไม่เท่ากันในแต่ละประเภทของโครงการก็ตาม ดังตารางแสดงการเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างระหว่างการทำโครงการสำรวจ โครงการทดลองและโครงการสิ่งประดิษฐ์ของพิมพันธ์ เดชะคุปต์(2553)

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างระหว่างการทำโครงการสำรวจ
โครงการทดลองและโครงการสิ่งประดิษฐ์ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์,2553:30)

ความเหมือน	ความแตกต่าง		
	โครงการสำรวจ	โครงการทดลอง	โครงการสิ่งประดิษฐ์
1.ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์โดยให้ผู้เรียนทำเอง	1.หาคำตอบที่มีอยู่แล้ว (What it is)	1.ยังไม่มีคำตอบที่ชัดเจน/ ถูกต้อง (What it will be)	1.สร้าง/ประดิษฐ์/พัฒนาชิ้นงานใหม่พร้อมด้วยวิธีการใหม่ สูตรใหม่
2.ได้องค์ความรู้ใหม่/ชิ้นงานใหม่	2. ใช้วิธีการหาข้อมูลหลากหลายเช่น สังเกต สอบถาม สัมภาษณ์ สืบค้นเอกสาร เป็นต้น	2. ต้องมีการตรวจสอบคำตอบ โดยมีตัวแปรต้น/ตัวแปรจัดกระทำ	2. ต้องมีการทดลองเชิงพัฒนาเป็นระยะๆ และต้องบันทึกข้อมูลเป็นระยะๆ ด้วย
3.ปัญหาเริ่มจากการคิด/สังเคราะห์ การริเริ่ม	3. ต้องมีการวิเคราะห์ข้อมูลและอาจใช้ตัวเลขประกอบการวิเคราะห์	3. เก็บข้อมูลด้วยการทดลองและวิธีรวบรวมข้อมูลต่างๆ ประกอบการทดลอง	3. เก็บข้อมูลด้วยการสำรวจ และทดลองเป็นระยะๆ จนกว่าจะได้สิ่งประดิษฐ์ใหม่เป็นการทดลองเชิงพัฒนา

จากตารางข้างต้นทำให้เห็นได้ชัดเจนว่าการสอนและการประเมินผลจากโครงการแตกต่างจากการสอนแบบสืบสอบ (Inquiry) ทั้งนี้เพราะความรู้ที่ผู้เรียนค้นพบจะแตกต่างกันตามที่พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2553) ได้วิเคราะห์ไว้โดยความรู้ที่ผู้เรียนค้นพบจากการสอนและประเมินแบบสืบสอบจะเป็นความรู้ใหม่ที่ผู้เรียนไม่เคยรู้มาก่อนแต่ผู้สอนอาจมีความรู้เหล่านั้นอยู่แล้วก็ได้ (Unknown by some) ส่วนความรู้ที่ผู้เรียนค้นพบจากการสอนและการประเมินด้วยโครงการจะเป็นความรู้ใหม่และผลิต/ชิ้นงานใหม่ที่ทั้งผู้เรียนและ

ผู้สอนไม่เคยรู้มาก่อนเลย (Unknown by all) ทำให้การพัฒนาความคิดอยู่ในระดับที่แตกต่างกันไปตามระดับความรู้ที่ผู้เรียนค้นพบ ส่วนข้อมูลเชิงคุณภาพสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลได้จากวิชาวิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา ภาษาไทย ภาษา ต่างประเทศ และสุขศึกษา ลักษณะของการเก็บคะแนนนอกจากการตรวจงานจากใบงานแล้วผู้สอนสามารถสอบปากเปล่าผู้เรียนได้ด้วย โดยการสอบปากเปล่าสามารถทำให้ผู้สอนรู้จักผู้เรียนได้มากขึ้นทั้งนี้เพราะการพูดโต้ตอบระหว่างผู้สอนและผู้เรียนสามารถมีการซักถามเพื่อความเข้าใจ

ที่ตรงกันได้ทำให้เกิดการบูรณาการเนื้อหาวิชากับ ทฤษฎีความรู้ที่เรียนไปอย่างชัดเจนดังคำกล่าวของ ซีซีไลและคณะ (Cecilie,etal.,2010:132) ที่ว่าการ ทดสอบปากเปล่าเป็นการทดสอบผู้เรียนว่ามีความ สามารถในการบูรณาการระหว่างเนื้อหาวิชาและทฤษฎี ที่เรียนรู้อย่างไรบ้าง นอกจากนี้ยังสามารถประเมิน ผู้เรียนได้จากการสัมภาษณ์และสอบถามคนในชุมชน ถึงกระบวนการทำงานเพื่อให้ได้ข้อมูลการประเมินผลที่ ครบถ้วนตามระดับชั้นความคิดที่บลูม (Bloom,1956) แบ่งไว้ 6 ชั้นดังนี้ ความจำ (Knowledge) ความเข้าใจ (Comprehend) การนำไปใช้ (Application) การ วิเคราะห์ (Analysis) การสังเคราะห์ (Synthesis) และ การประเมินค่า (Evaluation)

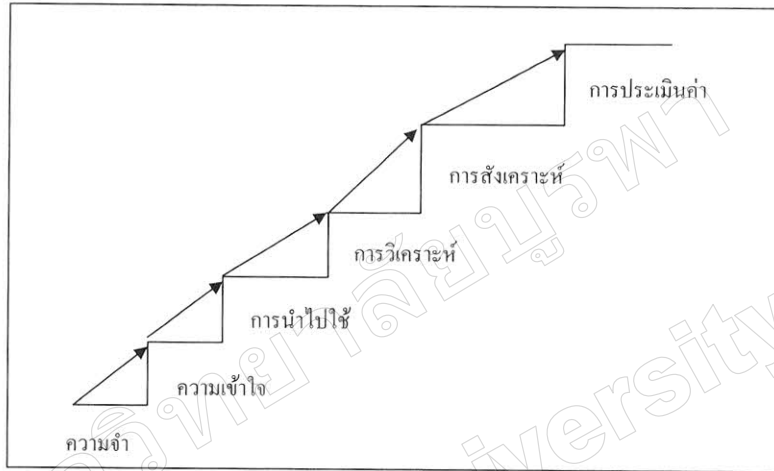
จากระดับความคิดทั้ง 6 ชั้นสามารถเขียน ตัวอย่างจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อประกอบการ พิจารณาการประเมินผลการเรียนรู้ในแต่ละสาขาวิชาได้ ดังนี้ **ความจำ:**บอกความหมายของคำศัพท์ภาษาต่าง ประเทศ/ภาษาไทยเกี่ยวกับขยะบรรยายลักษณะของขยะ แต่ละประเภท (ภาษาไทย,ภาษาต่าง ประเทศ) **ความ เข้าใจ:** แปลความหมายข้อมูลจากกราฟแสดงปริมาณ ขยะได้ อธิบายผลเสียของการเพิ่มปริมาณขยะในชุมชน (คณิต ศาสตร์,วิทยาศาสตร์) **การนำไปใช้:** แก้ปัญหา ปริมาณขยะที่เพิ่มขึ้นในชุมชนได้ จัดหาเครื่องมือกำจัด ขยะในชุมชน (วิทยาศาสตร์,สุขศึกษา) **การวิเคราะห์:** แยกแยะประเภทของขยะและกำจัดได้อย่างเหมาะสม ระบุสาเหตุที่ทำให้ปริมาณขยะในชุมชนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วได้ (วิทยาศาสตร์,สังคมศึกษา) **สังเคราะห์:** ประดิษฐ์อุปกรณ์ที่ช่วยลดปริมาณขยะได้ แปรรูป ขยะในชุมชนเป็นสิ่งที่มียุทธประโยชน์ได้ ออกแบบเครื่อง ใช้จากขยะได้ (การงานอาชีพและเทคโนโลยี,วิทยา ศาสตร์, ศิลปศึกษา) **การประเมินค่า:** วิจาณ์การ กำจัดขยะในโรงเรียนและชุมชนได้อย่างสร้างสรรค์ เขียนบทความเชิญชวนให้คนในสถานศึกษาช่วยกันลด ปริมาณขยะได้ บอกเหตุผลที่ทำให้ขยะในโรงเรียนไม่

ลดลงได้ (สังคมศึกษา, ภาษาไทย, ภาษาต่างประเทศ, วิทยาศาสตร์)

ตัวอย่างจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมข้างต้น เป็นแนวทางสำหรับการประเมินผลการเรียนในด้าน พุทธิปัญญา หรือ ด้านความรู้และกระบวนการทำงาน ผู้สอนสามารถประเมินผู้เรียนในด้านคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ได้ด้วย ซึ่งมีระดับชั้นการประเมิน (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์,2553:24)ดังนี้ การรับรู้สิ่งเร้า, การตอบสนอง, การสร้างค่านิยม, การจัดระบบและ การแสดงลักษณะสามารถเขียนตัวอย่างจุดประสงค์เชิง พฤติกรรมเพื่อประกอบการพิจารณาการประเมินผล การเรียนรู้ในแต่ละสาขาวิชาได้ดังนี้ การรับรู้สิ่งเร้า: แยกความแตกต่างของขยะแต่ละประเภทได้ รับฟัง การพูดถึงปัญหาของขยะในโรงเรียนและชุมชนได้ (วิทยาศาสตร์,สังคมศึกษา) การตอบสนอง: ชักชวน ให้เพื่อนคัดแยกประเภทของขยะก่อนทิ้งได้, เสนอ รายงานแสดงสถิติการลดปริมาณขยะในโรงเรียนได้อย่าง ถูกต้อง, ยินยอมทำความสะอาดอันเกิดจากขยะใน ชุมชน, อาสาตัดแปลงขยะให้เกิดคุณค่า(วิทยาศาสตร์, คณิตศาสตร์, สังคมศึกษา, สุขศึกษา, การงานอาชีพ และเทคโนโลยี, ศิลปศึกษา) การสร้างค่านิยม: บรรยายถึงผลเสียที่เกิดจากการเพิ่มปริมาณขยะได้, โต้แย้งการทิ้งขยะโดยไม่คัดแยกได้อย่างมีเหตุผลช่วยเหลือ ผู้อื่นในการกำจัดขยะในชุมชน(ภาษาไทย,ภาษาต่าง ประเทศ, สังคมศึกษา, สุขศึกษา) การจัดระบบ: วางหลักการในการจัดการขยะในโรงเรียนได้อย่าง เหมาะสม จัดแ่งกับขยะในโรงเรียนได้อย่างเหมาะสม (วิทยาศาสตร์, สุขศึกษา, สังคมศึกษา) การแสดง ลักษณะ: เปลี่ยนแปลงการกำจัดขยะในโรงเรียนได้อย่าง เหมาะสม แก้ไขการทิ้งขยะไม่เลือกที่ได้อย่างเหมาะสม ต่อต้านผู้ทิ้งขยะไม่เลือกที่อย่างสุภาพและเหมาะสม (วิทยาศาสตร์, การงานอาชีพและเทคโนโลยี, สุขศึกษา) เป็นต้น การแสดงพฤติกรรมของผู้เรียนบางครั้งอาจไม่ เกิดขึ้นในทันที ผู้สอนควรใจเย็นและให้โอกาสเพราะ

การปลูกฝังความรู้ให้ผู้เรียนอย่างสม่ำเสมอจะช่วยให้ผู้เรียนจดจำและเรียนรู้โดยไม่รู้ตัว และสามารถนำไปใช้ได้เมื่อถึงเวลาที่จำเป็น ข้อสังเกตอีกประการหนึ่งสำหรับการประเมินผลผู้เรียนคือการแสดงพฤติกรรม การเรียนรู้ของผู้เรียนอาจไม่ครบทุกพฤติกรรมแต่ถ้า

ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ในระดับที่สูงกว่าได้ แสดงว่าผู้เรียนเรียนรู้พฤติกรรมในระดับที่ต่ำกว่าแล้ว เพราะพฤติกรรมการเรียนรู้ที่สูงจะอาศัยการเรียนรู้ระดับต่ำเป็นฐานความรู้เสมอ ดังภาพแสดงพฤติกรรมด้าน พุทธิพิสัยของพิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2553)



รูปที่ 4: ภาพแสดงคำกริยาแสดงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยตามลำดับขั้นการเรียนรู้ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2553:24)

ส่วนสรุป

จากการจัดการเรียนรู้ข้างต้นจะพบว่าการสอนในปัจจุบันสามารถใช้วิธีการสอนและการวัดผลหลาย ๆ วิธีร่วมกัน โดยจะพยายามดึงศักยภาพที่แตกต่างกันของผู้เรียนแต่ละคนออกมาเพื่อช่วยให้การทำงานสัมฤทธิ์ผล ดังตัวอย่างข้างต้นถ้าพิจารณารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะพบว่ามีทั้งการบูรณาการ การออกแบบย้อนกลับ การสอนแบบโครงงาน การสอนแบบพบปัญหา ร่วมกัน การประเมินผลก็เช่นกันมีการประเมินทั้งด้านความรู้ (K; Knowledge) ทักษะ/กระบวนการ/กระบวนการคิด (P; Process) และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A; Attitude) โดยผู้สอนสามารถใช้วิธีการที่หลากหลายประกอบเพื่อให้ประเมิน

ได้อย่างครบถ้วนมากที่สุด แต่ไม่ควรคาดหวังให้ผู้เรียนแสดงทุกพฤติกรรมเพราะผู้เรียนไม่สามารถเรียนรู้ทุกอย่างที่ผู้สอนทำการสอนได้ในระยะเวลาอันสั้น แต่ควรตระหนักว่าการเรียนรู้สามารถสั่งสมและตกผลึกได้ ความรู้ที่สอนในวันนี้จะเป็นประสบการณ์ให้ผู้เรียนต่อยอดความรู้ได้เมื่อผู้เรียนได้มีโอกาสปฏิสัมพันธ์กับสิ่งต่าง ๆ รอบตัว โดยผู้สอนไม่ต้องบอกกล่าวให้ผู้เรียนรู้ทุกขั้นตอนของการปฏิบัติแต่ควรมีวิธีการแก้ปัญหาให้เห็นว่าสิ่งที่ทำมีผลดีและผลเสียตามมาเช่นไรดังคำกล่าวของวิว (Viv, 2010:96) ที่ว่าเราไม่จำเป็นต้องนำเสนอเนื้อหาที่จัดเตรียมไว้ทั้งหมดแต่อาจจะพิจารณาจากกระบวนการในการแก้ปัญหา ทั้งนี้เพราะการสอนตรง ๆ บางครั้งไม่สามารถจูงใจให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ แต่การให้ผู้เรียนได้พบปัญหาและแก้ปัญหาจะทำให้ผู้เรียนเรียนรู้และจดจำได้นานและคงทนกว่าการสอนโดยตรง

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ,สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.(2552).*ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑*. กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์.(2552). *80นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*.กรุงเทพฯ : บริษัทแดเน็กซ์อินเตอร์คอร์ปอเรชั่น.
- พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์.(2553ก). *การสอนคิดด้วยโครงการการเรียนการสอนแบบบูรณาการ.(ครั้งที่ 2)*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2553ข).*กระบวนการออกแบบย้อนกลับ การพัฒนาหลักสูตรและออกแบบการสอนอิงมาตรฐาน*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Anne Edwards. (2010). How can Vygotsky and his legacy help us to understand and develop teacher education?*Cultural – Historical Perspectives on Teacher Education and Development : learning teaching*. New York :270 Madison Ave, pp.63 – 77.
- Bloom, B.S., (Ed.).(1956).*Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals: Handbook I, cognitive domain*.New York: Longman. April,9, 2012, fromhttp://en.wikipedia.org/wiki/Bloom's_Taxonomy. Cecilie Flo Jahreie and Eli Ottesen. (2010). Learning to become a teacher Participation across spheres for learning.*Cultural – Historical Perspectives on Teacher Education and Development : learning teaching*. New York :270 Madison Ave, pp.131 – 145.
- Gardner H. (2005, August 15). *Intelligence in seven steps* .Retrieved April 9,2012,from http://www.newhorizons.org/future/Creating_the_Future/crfut_gardner.html.
- Lori A. Norton – Meier and Corey Drake.(2010). When third space is more than the library The complexities of theorising and learning to use family and communityresources to teach elementary literacy and mathematics. *Cultural – Historical Perspectives on Teacher Education and Development : learning teaching*. New York :270 Madison Ave, pp. 196 – 211.
- Viv Ellis. (2010). Studying the process of change The double stimulation strategy in teacher education research.*Cultural – Historical Perspectives on Teacher Education and Development : learning teaching*. New York :270 Madison Ave, pp.95 – 114.
- VivEills , Anne Edwards and Peter Smagorinsky. (2010). Introduction.*Cultural – Historical Perspectives on Teacher Education and Development : learning teaching*. New York :270 Madison Ave, pp.1 – 10.
- Vygotsky,L.S.(1978). *Mind and Society : The development of higher mental rocesses*. Cambridge, MA: Harvard University Press. Retrieved January 31,2013,from <http://www.learning-theories.com/vygotskys-social-learning-theory.html>