104 谁在“说话”？谁在“听”？——动物通讯的多样性

项目	内容
任务名称	谁在“说话”？谁在“听”？——动物通讯的多样性
对应分册	《蜜蜂》《鲸豚》《蝉》《萤火虫》
核心探究	动物通讯、信息传递、信号演化
对应主题	生态环境 / 人工智能
呼应课标	科学课程“生物与环境的相互关系”——动物通过行为与环境互动；初中学段：具有探索世界的好奇心、想象力、探求欲
关注能力	信号解码、行为观察、跨感官理解
价值观引领	每一种动物的“语言”都是一套演化出的精密编码——舞蹈、歌声、鸣叫、闪光，都是生命在说“我在这里”。
适用年级	5-7 年级
建议课时	4-5 课时

一、探究导入

夏天的午后，蝉在树上拼命鸣叫，声音大得像一台割草机。它那么小，是怎么发出这么大声音的？夜晚的草丛中，萤火虫忽明忽灭，像一盏盏小灯笼——它发光是为了好看，还是在“说话”？深海之中，座头鲸用低频的歌声跨越数百公里——它唱的是什么？花园里，蜜蜂在蜂巢表面跳着奇怪的“8 字舞”——它是在跳舞，还是在“画地图”？

四种动物，四种完全不同的“语言”——蝉用声音，萤火虫用光，鲸豚用低频声波，蜜蜂用舞蹈。它们不会说话，不会写字，不会用手机发消息。但它们的信息传递效率，有时比人类的通讯方式还要精准。蝉的鸣叫可以传到几百米外；萤火虫的闪光模式可以被同种个体从几十米外识别；座头鲸的歌声可以在海洋中传播数千公里；蜜蜂的舞蹈编码精度可以达到“方向误差小于 5 度、距离误差小于 10 米”的水平。

今天我们就从蜜蜂、鲸豚、蝉和萤火虫出发，一起探究：不同的动物，各自用什么方式“说话”？它们的“语言”传递了什么信息？

二、探究目标

1. 认识蜜蜂、鲸豚、蝉和萤火虫的通讯方式，理解不同感官通道在信息传递中的优势和限制

2. 学习信号解码与感官分析的方法，发展从行为观察中推断信息内容的科学探究能力

3. 理解每一种“语言”都是一套演化出的精密编码，培养对自然智慧的敬畏之心与跨感官认知的科学态度

三、探究准备

1. **材料用具**：计算机或平板（查阅资料、聆听鲸歌录音）、记录本、绘图工具、A3 白纸、彩色标记笔、不同位置的“蜜源”标记（用于模拟蜜蜂舞蹈）、不同颜色的 LED 灯（用于模拟萤火虫闪光）

2. **场地**：教室或计算机室

3. **安全提醒**：使用网络查阅资料时需在教师指导下进行；注意信息源的可靠性；聆听录音时注意音量；正确使用绘图工具

四、探究过程

（一）提出问题

学生围绕动物的通讯方式展开讨论：

- ☐ 蜜蜂不会说话，它怎么告诉同伴哪里有花蜜？
- ☐ 鲸鱼在几百公里外“唱歌”，人类听不到它们的声音，它们到底在“说”什么？
- ☐ 蝉为什么要叫那么大声？它的叫声里有没有“信息”？
- ☐ 萤火虫的闪光是在“说话”吗？不同的闪光模式代表什么？

（二）作出假设

四种动物分别演化出了适应不同环境的通讯方式。蜜蜂用舞蹈+化学信息素传递蜜源信息，座头鲸用结构化低频歌声进行远距离交流，蝉用高频振鸣吸引异性，萤火虫用特定频率的生物闪光在黑暗中传递求偶信号。每一种通讯方式都是在特定环境压力下的最优解——声音适合远距离，光适合黑暗，舞蹈适合近距离高精度。

（三）设计并实施探究方案

活动 1：蜜蜂——用身体“写”信息

打开《真实的大自然·蜜蜂》分册，你会看到侦察蜂在蜂巢表面跳“8 字舞”

的图片。蜜蜂的“8 字舞”是动物界最精确的“运动语言”之一。当一只侦察蜂发现花蜜后，它返回蜂巢，在垂直的蜂巢表面跳起舞蹈：

舞蹈要素	传递的信息	解码方式
舞蹈方向	花蜜相对于太阳的方向	舞蹈直线与重力线的夹角=花蜜方向与太阳方向的夹角
摆动频率	花蜜的距离	频率越高，距离越近（约每 2 秒 1 次≈100m）
摆动幅度	花蜜的质量	摆动越剧烈，花蜜越甜越丰富
舞蹈持续时间	信息的“急迫程度”	持续越长，传递的信息越重要

蜜蜂的舞蹈编码了方向、距离和质量三重信息，是动物界信息密度最高的通讯方式之一。跟随的工蜂用触角接触侦察蜂的身体，感知振动和气味，解码出完整的“花蜜报告”。

一个小问题：蜜蜂跳舞时，其他蜜蜂是怎么“看懂”的？它们用触角触碰侦察蜂的身体，感受振动的频率和幅度——就像盲人阅读盲文一样，用触觉“读”出了舞蹈的全部信息。而侦察蜂身上残留的花粉气味，还能告诉同伴“是什么花”。

活动 2：鲸豚——低频“歌声”跨越千里

打开《真实的大自然·鲸豚》分册，你会看到鲸鱼浮出水面换气的震撼画面，以及它们通过声波交流的示意图。鲸豚（尤其是座头鲸）的歌声是地球上最神秘的声音之一：

鲸歌的特征	传递的信息	推测功能
低频声波	频率低于人类听觉范围	传播距离远（可达数百公里）
结构化歌声	由“音符-短语-主题-歌曲”多层构成	类似人类的音乐结构
季节变化	繁殖季歌声最丰富	求偶交流
群体方言	不同群体的鲸歌不同	区分群体，识别同类
缓慢进化	每年歌声略有变化	文化传承，代际学习

座头鲸的歌声是人类研究动物通讯中最复杂的案例之一。鲸歌具有清晰的结构层次——单个“音符”组成“短语”，多个“短语”组成“主题”，多个“主题”组成一首完整的“歌曲”。不同群体的鲸鱼有不同的“方言”，而且歌曲会随时间缓慢“进化”——新的“流行歌曲”可以从一个群体传播到另一个群体。

另一个小问题：鲸鱼为什么要唱那么复杂的歌？越复杂的歌声说明演唱者的记忆力越好、学习能力越强——对雌鲸来说，这是一个“智商测试”。唱得越好，基因越优质。是不是很多鸟也是根据歌声来判断基因是不是更优质的？

活动 3：蝉——夏日里的“声音竞赛”

打开《真实的大自然·蝉》分册，你会看到雄蝉腹部发声器官的特写——那对小小的半圆形盖板下面，藏着一套每秒振动上万次的“音响系统”。蝉的鸣叫是

昆虫界最大的“音乐会”：

蝉鸣的特征	传递的信息	生理机制
鸣叫类型	不同种类有不同“叫声”	种类识别、吸引异性
鸣叫频率	每秒可伸缩 1 万次以上	鸣肌拉动鼓膜振动
鸣叫时机	温度越高叫得越响	适宜温度下能量充足
合唱现象	同步鸣叫	吸引远距离雌蝉
中断反应	危险时集体噤声	防御策略

雄蝉的鸣叫是它一生中最重要的“告白”——它只有 2-3 周的生命，必须在这段时间内完成交配。雌蝉虽然不会叫，但它的听觉器官对雄蝉的叫声极其敏感，能在嘈杂的“大合唱”中辨别出同种类的叫声。

想一想：雄蝉叫那么大声，不会把天敌招来吗？会。但雄蝉的选择是：宁可冒险被天敌发现，也要让雌蝉听见。对一只只有两三周寿命的成虫来说，“被听见”比“活下来”更重要。物种延续下去不单只蝉的多活几天更具有价值，这就是个体利益服从群体利益的具体表现。对我们有什么启发？

活动 4：萤火虫——黑夜中的光信号

打开《真实的大自然·萤火虫》分册，你会看到萤火虫从卵到成虫每个阶段都会发光的生命历程。萤火虫的“语言”与前三种完全不同——它用光信号：

闪光特征	传递的信息	种类差异
闪光频率	不同种类有不同频率（每秒 1-10 次不等）	种类识别
闪光间隔	闪光的间隔时间和持续时间	性别识别（雌雄不同）
闪光颜色	黄绿色、绿色、橙黄色等	种类差异
闪光强度	控制发光亮度	可调节信号强度
同步现象	某些种类同步闪烁	群体信号

萤火虫的“光语”是一种高效的“一对一”通讯方式。在黑暗的夜空中，光信号不易被天敌发现（相比声音信号），而且能够精确编码种类、性别和位置信息。但光污染会严重干扰萤火虫的通讯——城市的灯光盖过了萤火虫的闪光，使它们找不到同类异性。

想一想：萤火虫的光和灯泡的光有什么区别？萤火虫的光是“冷光”——能量几乎全部转化为光，不产生热量；灯泡的大部分能量以热的形式散失。萤火虫的发光效率是人类照明技术的几十倍。谁如果可以发明出像萤火虫发光效率那么高的照明技术那简直就是太无敌啦，你想试试吗？

（四）设计制作

各小组合作完成以下成果：

（1）“动物语言”对比图

绘制四栏对比图，分别展示蜜蜂（舞蹈语言）、鲸豚（声波语言）、蝉（鸣叫语言）、萤火虫（光信号语言）的通讯方式。

（2）动物通讯方式分析表

动物	通讯信号类型	信号特征	信息内容	接收方式	传播距离
蜜蜂	运动+化学	8 字舞、信息素	方向、距离、质量	触觉+嗅觉	蜂巢内
鲸豚	声波	低频结构化歌声	身份、情绪、位置	听觉	数百公里
蝉	声波	高频振鸣	种类、位置、求偶	听觉	数百米
萤火虫	光信号	特定频率闪光	种类、性别、位置	视觉	几十米

（3）通讯方式与环境的匹配

通讯方式	优势	劣势	适用环境
舞蹈+化学	信息量大、精准	近距离(需物理接触或气味扩散)	巢穴内
声波	传播远、不受光线限制	易被拦截、受噪音干扰	开阔环境、水下
光信号	直接、低能耗、不易被拦截	需要视线、受光污染干扰	黑暗环境

（五）交流分享

各小组展示探究成果：

- ☐ 展示“动物语言”对比图，分享四种动物各自的通讯方式
- ☐ 讨论：蜜蜂的“8 字舞”、座头鲸的“歌声”、蝉的“鸣叫”和萤火虫的“闪光”，哪一种通讯方式最接近人类的“语言”？为什么？
- ☐ 讨论：人类的通讯技术（语言、音乐、信号灯、电话）分别对应了哪些动物的通讯方式？
- ☐ 讨论：庄子说“人籁”“地籁”“天籁”——如果蝉鸣是天籁，鲸歌是什么？

五、成果制作

各小组合作完成以下成果（至少选择一项）：

1. **“动物语言”对比海报**：图文并茂展示四种动物的通讯方式、信息内容和接收方式

2. **“解码动物语言”手册**：收录蜜蜂舞蹈解码法、鲸歌结构分析、蝉鸣识别指南、萤火虫闪光密码对照表

3. **“仿生通讯”创意设计**：受一种动物通讯方式启发，设计一种新型通讯设备或系统

4. **“如果我是一只……的通讯员”故事**：选择一种动物，以第一人称写一篇“我是如何传递信息的”故事

六、交流反思

1. 蜜蜂的“8 字舞”和人类的“地图”有什么相似之处？如果让人类用身体动作来编码“花蜜在东南方向 100 米”，你能做到像蜜蜂一样精确吗？

2. 座头鲸的歌声可以在数百公里外被同类听到，而我们人类的语言只能传播几十米。如果人类的语言也能传播数百公里，世界会变成什么样？

3. 萤火虫的光信号在黑暗中传递着“我在哪里，我是什么”的信息。如果城市的灯光淹没了它们的“对话”，萤火虫会怎样？人类的活动对动物通讯产生了哪些看不见的影响？

七、科学与文化融合

千百年来，诗人看见的是蜜蜂的“勤”，从“采得百花成蜜后，为谁辛苦为谁甜”中读出了人世间的辛劳。而科学追问的是更底层的逻辑：它是怎么编码方向的？同伴是怎么解码的？同一种飞舞，诗人读出的是“品格”，科学读出的是“信息”。

萤火虫则在夜晚用冷光书写无声的语言——不同种类的萤火虫有不同闪光频率，在黑暗中传递求偶信号。古人看见“腐草为萤”，以为它是从腐草中化出的微光，杜甫在诗中记下了这个古老的想象；杜甫写“幸因腐草出，敢近太阳飞”，白居易说“草萤有耀终非火”——他们看见的是光的微弱与短暂。而科学揭示的是：那光是荧光素与氧气的一场精密化学反应，是近乎完美的“冷光源”，热量零损耗。同一种光，古人读出了“渺小”与“短暂”，科学读出了“精密”与“高效”。

从蜜蜂的舞蹈到萤火虫的闪光，文化看见了品格与诗意，科学看见了编码与演化。

八、探究感悟

打开《真实的大自然》分册，你会看到蜜蜂在蜂巢上跳“8 字舞”的清晰画，其中直线与重力线的夹角，精确地指向了花蜜的方向。座头鲸的歌声在声谱分析仪上呈现出清晰的结构——音符、短语、主题、歌曲，层层递进，像一首没有歌词的交响乐。蝉的腹部那对小圆盖下面，鸣肌以每秒一万次的频率收缩，把声音传到几百米外。萤火虫的腹部末端，一场精密的化学反应正在发生——荧光素与

氧气相遇，释放出几乎不产生热量的“冷光”。

蜜蜂的舞蹈、鲸豚的歌声、蝉的鸣叫、萤火虫的闪光——它们用不同的方式说着同一句话：“我在这里。”只是我们用了太长时间才学会倾听，又用了更长时间才学会解码。每一套信号系统都不是偶然的产物，而是演化在特定环境下给出的一套“最优通讯方案”。而当我们翻开《真实的大自然》，看到那些被镜头定格的“对话”瞬间时，我们终于有机会——用眼睛，去“听见”那些我们本来听不见的声音。

注：本探究任务对标《义务教育阶段科学教育“做中学”领航行动指南》核心精神。学生可以根据自己的兴趣与身边的资源参考本课题制定个性化的探究课题，用跨学科项目制的学习方式进行整合。